



DESDE 1883

ANALES

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

No. 375

QUITO - ECUADOR

2017



**UNIVERSIDAD CENTRAL
DEL ECUADOR**

AUTORIDADES

RECTOR:

Dr. Fernando Sempértegui Ontaneda

***VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN,
DOCTORADOS E INNOVACIÓN:***

Dr. Washington Benítez Ortiz

***VICERRECTOR ACADÉMICO
Y DE POSGRADO:***

Dr. Nelson Rodríguez Aguirre

***VICERRECTOR ADMINISTRATIVO
Y FINANCIERO:***

Econ. Marco Posso Zumárraga

***DIRECTORA DE COMUNICACIÓN
Y CULTURA:***

MSc. Ivanova Nieto Nasputh

***DIRECTORA DEL CENTRO DE
INFORMACIÓN INTEGRAL:***

Ing. María del Carmen Gaibor

www.uce.edu.ec

www.revistaanales.com

Anales

DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

Director

IVÁN OÑATE
Universidad Central del Ecuador

Consejo Editorial

NELSON RODRÍGUEZ AGUIRRE
Universidad Central del Ecuador (Ecuador)

GUILLERMO TERÁN ACOSTA
Universidad Central del Ecuador (Ecuador)

ÁNGEL GUEVARA
Universidad Central del Ecuador (Ecuador)

ANA POVEDA
Universidad Central del Ecuador (Ecuador)

RAÚL PUEBLA
Escuela Politécnica Nacional (Ecuador)

EDUARDO ÁVALOS
Escuela Politécnica Nacional (Ecuador)

SANDRA PRÓCEL
Escuela Politécnica Nacional (Ecuador)

FAUSTO FREIRE
Universidad Tecnológica Equinoccial (Ecuador)

RAÚL SERRANO SÁNCHEZ
Universidad Andina Simón Bolívar (Sede Ecuador)

JEAN FRANCO
Columbia University (Estados Unidos de América)

MARCO ANTONIO CAMPOS
Universidad Nacional Autónoma de México (México)

ARMANDO ROMERO
Universidad de Atenas - Grecia
University of Cincinnati (Estados Unidos de América)

JEAN MARCHAL
Universidad de Lieja (Bélgica)

MARGARITO CUÉLLAR
Universidad Autónoma de Nuevo León (México)

FABIO JURADO VALENCIA
Universidad Nacional de Colombia (Colombia)

Revisión de textos

MARCELO ACUÑA
Editorial Universitaria

Revisión de Abstracts

MSc. HENRY OÑATE RÍOS
Carrera Plurilingüe
Facultad de Filosofía, Letras y CCEE
Universidad Central del Ecuador

Diseño, diagramación e impresión

Editorial Universitaria
Universidad Central del Ecuador

ISSN-p: 1390-7891

ISSN-e: 2477-8931

© Sobre los contenidos: Universidad Central del Ecuador

© Sobre los derechos autorales: los autores respectivos

EDITORIAL

Hace un par de meses, mientras escribía el prólogo para un libro del gran poeta argentino Leopoldo “Teuco” Castilla, se me ocurrió referir aquella primera vez en que por fin me atreví a leer *El ABC de la relatividad* del genial filósofo y matemático británico Bertrand Russel. Entonces recordaba lo inevitable que fue plantearme esta pregunta: ¿si en mi adolescencia hubiese tenido un maestro que me hablara así, tan humilde y encantadoramente de la ciencia, ahora sería un físico? ¿O quizá un matemático? Entonces y ahora, presumo que sí. Pienso que no hay nada en la naturaleza de una ciencia, en su epistemología, que la convierta en algo adverso, mortificante, enemigo. Sin embargo, el casi unánime terror de los colegas de mi generación a las tareas de física o matemáticas, diagnostica lo contrario. ¿En dónde radicaba el miedo?

En la *Divina Comedia* de los castigos, expuesta por el filósofo francés Michel Foucault en su libro *Vigilar y castigar*, encontramos desde las inverosímiles máquinas antimasturbatorias diseñadas para niños, como también las máquinas de aislamiento que significan las cárceles, hasta dar con el panóptico, la gran maquinaria donde los condenados ejercen tareas forzadas y sin sentido. Pero lo particular del panóptico y de allí su nombre: pan-óptico, es que está diseñado con el fin de que el guardia, el “vigilante” pueda (precisamente) vigilar sin ser visto. O algo más aterrador todavía, que los vigilados se engañen con la idea de que siempre estará presente el ojo acusador de nuestra ineptitud o haraganería, mientras los guardias pueden distraerse o dedicarse a otras tareas. No es muy difícil homologar entonces, a nuestros maestros del colegio, alegremente distraídos en un partido del Macará *versus* el América de Ambato, mientras nosotros, los jóvenes galeotes sudábamos o tiritábamos frente a los 40 o 50 problemas de física y/o matemáticas que el profesor nos impusiera para ese fin de semana.

Por su parte, Nietzsche decía que el infierno consiste en el imperio de la sinrazón y del sinsentido. Pues en eso radicaba nuestro terror, nuestra soledad, nuestro miedo. En la humilde y adolescente sospecha de que el agobio de esas tareas, no tocaba alguna estructura inspiradora de nuestro intelecto, todo lo contrario: lo entorpecía.

Para mi felicidad, a los casi 70 años de edad, he vuelto a revivir una experiencia tan agradable y creativa como fue mi acercamiento a *El ABC de la relatividad* de Russel. Todo, gracias al Centro de Física de nuestra Universidad Central del Ecuador. En este lugar de reflexión, investigación y enseñanza, he podido enterarme de los logros de un conjunto de estudiantes y jóvenes profesores que, bajo la talentosa dirección del Ph.D. Guillermo Terán Acosta, han merecido para nuestra universidad, en este campo de las ciencias.

En respuesta a este esfuerzo, es un verdadero orgullo para la revista *Anales*, dedicar este número 375, a los ensayos teóricos y de investigación realizados en el Centro de Física. Fue precisamente en estas reuniones de trabajo, donde el Ph.D. Guillermo Terán Acosta mocionó se haga un homenaje a Nikola Tesla, científico que según Leonardo Wild, un gran amigo y colaborador de *Anales*: “Fue un iconoclasta constructivo. El hombre que sacó a la humanidad de la oscuridad trayendo la energía eléctrica a todos los hogares. Sin embargo, seguimos ciegos en nuestra mezquindad del conocimiento, y su nombre fue relegado al olvido durante este último siglo”.

Nuestra gratitud al Dr. Oswaldo Báez, como también al Dr. Rolando Sáenz gratos amigos y personalidades en los campos de la biología y las matemáticas. A la Dra. Alicia Ortega de la Universidad Andina Simón Bolívar, por preferir a los *Anales* de la Universidad Central del Ecuador, para publicar su ensayo sobre la obra de Raúl Serrano Sánchez, apreciado valor de la nueva narrativa ecuatoriana. A Robert Uribe Jiménez de la Universidad Nacional de Colombia y a Rolando Pérez del Hunter College de Nueva York. Así mismo, al profesor Randolph D. Pope de la Universidad de Virginia, que nos ha enviado un estudio sobre la obra del poeta peruano Miguel Ángel Zapata, académico de la Universidad de Hofstra, Long Island (NY), quien en una ocasión en la Casa Universitaria del Libro de la Universidad Autónoma Nacional de México (UNAM), elevando en su mano derecha un ejemplar de *Anales*, mientras presidía una mesa redonda, felicitó a nuestra *Alma Mater*, por preservar una revista tan emblemática como ésta.

Nuestro afectuoso agradecimiento a Julio Enríquez, por su siempre atenta mirada sobre la calidad de impresión de *Anales* desde su dirección de la Editorial Universitaria.

Iván Oñate
Director de Anales

ÍNDICE

DOSSIER	13
<i>Homenaje a Tesla Leonardo Wild</i>	15
CIENCIAS FÍSICAS	
Introducción	19
<i>Guillermo Terán Acosta</i>	
El femtoscopio puede ser implementado utilizando dispersión de electrones y rayos X de bajas energías	21
<i>Edward Henry Jiménez, Nicolás Recalde Aldunate, Esteban Jiménez Chacón</i>	
Desarrollo tecnológico de un sistema espectral portátil con luz blanca para la captación de huellas en hojas de plantas florícolas	43
<i>Fredy Paulino Chaglla Sisalema; Paolo Andrés Pancho Ramírez; Eduardo Ávalos Cascante; Rolando Sáenz</i>	
Deducción de la ecuación de la densidad de corriente en un semiconductor homogéneo no degenerado, en función del tiempo de relajación para los electrones	61
<i>Daniel Gonzalo Arboleda Avilés</i>	
Caracterización hidrodinámica del acuífero Pusuquí-San Antonio de Pichincha	73
<i>Sandra Prócel; Renán Cornejo</i>	
Diseño de una solución telefónica IP para la empresa Catel S.A.	97
<i>Luis Giovanny Guerra Almeida</i>	
Diseño y construcción de un prototipo de superficies equipotenciales como proceso de enseñanza investigativa	111
<i>Guillermo Terán Acosta; Elizabeth Vanesa Chaluiza Charro</i>	

Control inteligente de un robot manipulador para colocación de objetos. <i>Fausto R. Freire; Milton Molina Cadena; Olga Chadrina</i>	127
Implementación de un sistema de monitoreo y control de actuadores eléctricos AUMA utilizando protocolos de comunicación industrial Modbus RTU y Modbus TCP/IP <i>Ricardo Defas; Andrés Guzmán</i>	137
Sistema de monitoreo para una plataforma aérea usando sistemas embebidos <i>Raúl Fernando Beltrán; Iván Alexander Llumiquinga; Eduardo Ávalos; Ana Rodas Benalcázar</i>	165
La gravedad: fuerza, geometría e ilusión <i>Jorge Oswaldo Calderón Aguirre</i>	183
Estudio geológico de suelos en el sector Vinchoa de la parroquia Veintimilla del cantón Guaranda <i>Jorge Luis Poma Taris</i>	191
Diseño e implementación de un sistema prototipo de encendido y transferencia inalámbrica de datos de un espectrómetro para la detección de derrames de petróleo <i>Alexander Cadena; Eduardo Ávalos; Rolando Sáenz</i>	203
Creación de una línea de transporte fluvial en el río Bobonaza desde puerto Latasas hasta Sarayacu, bajo la modalidad de un subsidio porcentual <i>Salomón Jaya Quezada; Mónica Coronel Silva</i>	219
BIOLOGÍA - QUÍMICA	
Los conceptos de especie biológica: revisión y análisis crítico <i>Oswaldo Báez Tobar</i>	235
Reformulación de comprimidos aplicando principios de <i>Quality by Design</i> <i>Javier Rodrigo Santamaría Aguirre</i>	249
ECONOMÍA	
Análisis descriptivo de los tipos de cultura en las Pymis del Municipio Metropolitano de Quito <i>Darío Ramos Grijalva</i>	273

EDUCACIÓN

Oferta y demanda de profesionales de pedagogía de los idiomas nacionales y extranjeros-inglés en el marco del “Proyecto de Nuevo Diseño de la Malla Curricular”, Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador. 293
Juan José Caicedo Sánchez; Piedad Gisela Mejía Gaviláñez; Lucila Agustina Castro Carrillo

Estrategias y metodología en la resolución de problemas de aplicación de la física 303
Héctor Oswaldo Espín Garzón; Franklin Molina Jiménez

Impacto de los recursos multimedios como estrategia de enseñanza y aprendizaje de la física experimental. Caso de estudio ley de Ohm y resistividad 317
Santiago Poma; Guillermo Rubén Terán Acosta

La influencia de las nuevas tecnologías en el desarrollo psicosocial de los niños y niñas de la segunda infancia. 335
María Gabriela Arévalo Tapia

El fortalecimiento de las competencias matemáticas y el uso de las tecnologías de la información y comunicación en estudiantes universitarios 345
Diego Fernando Zavala Urquizo; Karlita Elizabeth Muñoz Correa

Gestión de liderazgo de directivos y desempeño del docente-investigador en la educación superior: retos e interrogantes 355
Andrea Rocío Terán Tapia; Diego Javier Terán Tapia

Uso de plataformas virtuales como herramienta de apoyo didáctico en el proceso de aprendizaje 369
Yolanda Azucena Borja López; Gonzalo Federico Gutiérrez Constante; Fátima Aurora Haz López

El género y la matemática 379
José Guillermo Llumitasig Toapanta

La actitud emprendedora en la formación académica de los estudiantes universitarios 395
Karlita Elizabeth Muñoz Correa; Diego Fernando Zavala Urquizo

Aplicación de Google en el proceso enseñanza aprendizaje en estudiantes de Educación Media, medida mediante una encuesta en el Colegio Pomasqui, Quito, 2017. 409
Víctor Hugo Zapata Achig

LETRAS Y FILOSOFÍA

Escribió con saliva el nombre de ella en la pared. *Un pianista entre la niebla*, de Raúl Serrano Sánchez: reescritura de “Mademoiselle Satán” 443
Alicia Ortega Caicedo

José Martí y Nueva York: la crítica ambigua de la modernidad urbana 453
Rolando Pérez

Miguel Ángel Zapata y la alquimia de Venecia 463
Randolph D. Pope

La poética de enseñar 471
Robert Uribe Jiménez

La ponerización de la sociedad 477
Leonardo Wild

CIENCIA Y TECNOLOGÍA

La inteligencia artificial y los límites de la comprensión humana 499
Plutarco Naranjo Banda

Estuvo Aquí 517
Iván Oñate

Instrucciones para la publicación de artículos en la revista *Anales* 521



DOSSIER

Homenaje a
“Nikola Tesla”

La deuda con Tesla

Se dice que cuando a Albert Einstein le preguntaron cómo se siente ser el hombre más inteligente del mundo, Einstein respondió: “No tengo idea. Pregúntele a Tesla”. Y no exageraba.

Nikola Tesla (1856-1943) fue un inventor serbio naturalizado en Estados Unidos en 1884. A pesar de que se ha convertido en uno de los genios olvidados de nuestra era, y considerado uno de los 10 hombres más inteligentes de la historia, fue Nikola Tesla el inventor del mundo moderno. Fue Tesla quien hizo el trabajo que creó los fundamentos para la tecnología moderna con sus más de 700 patentes. Si alguien cambió la calidad de vida de la humanidad de forma radical, fue Tesla.

El “genio olvidado” inventó la corriente alterna (AC) y creó la primera hidroeléctrica, en las cataratas del Niágara, en 1895, luego de lo cual la luz eléctrica se esparció por los confines del planeta vía alámbrica. Y si ocurrió luego que lo lograra vía inalámbrica después de sus experimentos en Colorado Springs —de transmitirla con antenas (pruebas financiadas por J. P. Morgan)—, es porque su propósito fundamental nunca realmente fue conseguir dinero, sino inventar soluciones para mejorar la vida humana sin que esto dependiera de tener que pagar por ello.

A pesar de todos sus logros tecnológicos, si preguntamos a la mayoría de graduados en ingeniería eléctrica quién fue Tesla, pocos sabrán dar una respuesta clara e informada. De hecho, inclusive muchas de las tecnologías acreditadas a General Motors, Westinghouse, y Thomas Edison, fueron realmente inventos de Tesla.

¿Rayos X? Tesla. ¿Motor de inducción? Tesla. ¿Control remoto por medio de ondas de radio? Tesla. ¿Tecnología infrarroja? Tesla... y así hasta llenar páginas enteras.

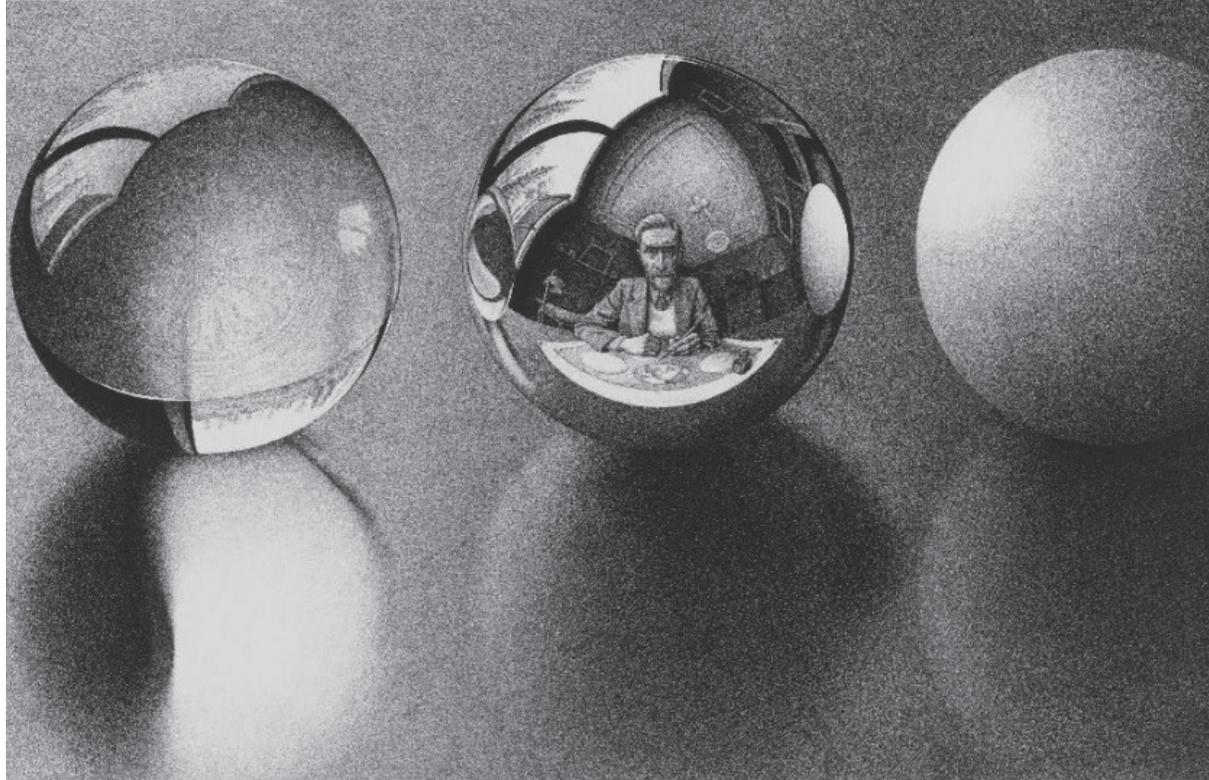
Si bien la lista de sus inventos conocidos es formidable, existen otros que aún se mantienen en secreto porque tienen usos bélicos o porque, de ponerse en práctica, podrían deshacer el aparataje energético/financiero montado sobre el petróleo.

Pero al parecer es tiempo de que la humanidad redescubra a Nikola Tesla y aproveche los frutos de su genialidad que le fueron robados vilmente por los tecno-nego-

ciantes de su época. Comprendiendo con claridad la importancia de su trabajo para la humanidad, Tesla dijo: “Dejemos que el futuro diga la verdad y evalúe a cada uno según su trabajo y sus logros. El presente es de ellos; el futuro, para el que realmente he trabajado, es mío”. ¿Palabras proféticas?

Comienzan a resurgir sus inventos más controversiales y el mundo vuelve a interesarse por este hombre considerado un “fenómeno de la naturaleza”. No investigarlo, o por lo menos enterarse de quién fue y qué logró Nikola Tesla y qué hizo para nuestro mundo, sería como querer borrar de la historia a Albert Einstein.

Leonardo Wild
ESCRITOR



El femtoscopio puede ser implementado utilizando dispersión de electrones y rayos X de bajas energías

Edward Henry Jiménez, Nicolás Recalde Aldunate, Esteban Jiménez Chacón

Desarrollo tecnológico de un sistema espectral portátil con luz blanca para la captación de huellas en hojas de plantas florícolas

Fredy Paulino Chaglla Sisalema; Paolo Andrés Pancho Ramírez; Eduardo Ávalos Cascante; Rolando Sanz

Deducción de la ecuación de la densidad de corriente en un semiconductor homogéneo no degenerado, en función del tiempo de relajación para los electrones

Daniel Gonzalo Arboleda Avilés

Caracterización hidrodinámica del acuífero Pusuquí-San Antonio de Pichincha

Sandra Procel; Renán Cornejo

Diseño de una solución telefónica IP para la empresa Catel S.A.

Luis Giovanni Guerra Almeida

Diseño y construcción de un prototipo de superficies equipotenciales como proceso de enseñanza investigativa

Guillermo Terán Acosta; Elizabeth Vanesa Chaluiza Charro

Control inteligente de un robot manipulador para colocación de objetos.
Fausto R. Freire; Milton Molina Cadena; Olga Chadrina

Implementación de un sistema de monitoreo y control de actuadores eléctricos AUMA utilizando protocolos de comunicación industrial Modbus RTU y Modbus TCP/IP
Ricardo Defas; Andrés Guzmán

Sistema de monitoreo para una plataforma aérea usando sistemas embebidos
Raúl Fernando Beltrán; Iván Alexander Llumiquinga; Eduardo Ávalos; Ana Rodas Benalcázar

La gravedad: fuerza, geometría e ilusión
Jorge Oswaldo Calderón Aguirre

Estudio geológico de suelos en el sector Vinchoa de la parroquia Veintimilla del cantón Guaranda
Jorge Luis Poma Taris

Diseño e implementación de un sistema prototipo de encendido y transferencia inalámbrica de datos de un espectrómetro para la detección de derrames de petróleo
Alexander Cadena; Eduardo Ávalos; Rolando Sáenz

Creación de una línea de transporte fluvial en el río Bobonaza desde puerto Latasas hasta Sarayacu, bajo la modalidad de un subsidio porcentual
Salomón Jaya Quezada; Mónica Coronel Silva

INTRODUCCIÓN

La Universidad Central del Ecuador -UCE- es una institución de educación superior que garantiza el principio de autodeterminación para la producción de pensamiento y conocimiento, que consiste en las condiciones de autonomía para la enseñanza, generación y divulgación de conocimientos en el marco de la universalidad del pensamiento, del diálogo de saberes y los avances científico-tecnológicos locales y globales.

El Centro de Física de la Universidad Central del Ecuador, en correspondencia con los principios y objetivos de la UCE, tiene como misión la generación de conocimientos mediante la investigación científica, la formación profesional y técnica, el apoyo al desarrollo de la cultura nacional y su difusión a la colectividad; así como el estudio y el planteamiento de soluciones para los problemas de la universidad y del país, a fin de contribuir a la creación de una nueva sociedad, con métodos y orientaciones específicos para el cumplimiento de estos principios.

La investigación como praxis es una implicación metodológica de acuerdo al paradigma socio-crítico, porque en esta visión el conocimiento surge en el seno de la práctica como un proceso en el que convergen las características y movimiento del objeto, el sujeto con su modo de conceputar y la relación o mediación entre aquellos. El proceso de construcción del conocimiento se desarrolla con la constatación y formulación de problemas de la realidad y se justifica a través de la utilidad social.

En este contexto, en estas páginas se presenta un conjunto de artículos de investigación fundamentados en el quehacer científico, tecnológico, educativo, gerencial y humanista de las ciencias, resultado de la experiencia adquirida a través de varios años de labor investigativa y académica de investigadores y docentes de alto renombre de nuestra universidad y de otras instituciones de educación superior, quienes con su profesionalismo y valor humano han aportado significativamente en la formación integral de generaciones de estudiantes en las diferentes áreas del saber, corroborando así la misión y visión de la alma mater del conocimiento, como es la Universidad Central del Ecuador.

Los contenidos de los artículos científicos que integran la revista *Anales 375*, corresponden a la línea de investigación Fronteras de la Ciencia Física, plasmadas en temáticas intituladas como: a) Implementación del femtoscopio para el estudio de interacciones de electrones y fotones de baja energía con la materia y medición de radios atómicos y nucleares para los elementos de la tabla periódica; b) Deducción de la ecuación de la densidad de corriente en un semiconductor homogéneo no degenerado, en función del tiempo de relajación para los electrones; c) Reformulación de comprimidos aplicando principios de *Quality by Design* (QbD); d) Diseño e implementación de un equipo prototipo, utilizando luz blanca para la captación de huellas en hojas de plantas florícolas; e) Sistema de monitoreo para una plataforma aérea usando sistemas embebidos; f) Estudios sobre la gravedad en el micro y macro cosmos.

También se desarrollan investigaciones en el área de robótica, orientadas a identificar figuras geométricas de color rojo, recoger y colocar en sus contenedores correspondientes, utilizando visión artificial, con parámetros del entorno

controlados; en el área de electrónica, diseño e implementación de sistemas de monitoreo de actuadores eléctricos, con el fin de supervisar variables de control; estudios de sistemas de redes teleinformáticas para brindar el servicio de telefonía IP y establecer una comunicación eficiente.

Además, se plantean investigaciones sobre caracterización de comportamientos y funcionamientos hidrológicos, hidrogeográficos e hidroquímicos dominantes en flujos subterráneos. Así como estudios geológicos de suelos y análisis de características físicas, geológicas y morfológicas.

Asimismo, cuenta con líneas de investigación relacionadas con los avances de las tecnologías de la información y comunicación en el quehacer educativo; se plantean estudios sobre recursos multimedios, plataformas virtuales, entre otras temáticas, y cómo inciden en los procesos de enseñanza y aprendizaje, en estrategias y metodologías didáctico-pedagógicas, en el logro de aprendizajes significativos, en el fortalecimiento de competencias, en el desarrollo psicosocial de estudiantes de diferentes niveles de la educación en áreas del conocimiento de la física teórica y experimental, psicología educativa, ciencias naturales, informática, matemáticas; orientados a la consolidación de aprendizajes innovadores y a la formación integral de los estudiantes y, por ende, a la búsqueda de la calidad y excelencia educativas.

En la línea de investigación de alta gerencia, se encuentran inscritos artículos que analizan desde una perspectiva crítica la gestión de liderazgo de directivos y desempeño del docente-investigador en la educación superior; estudios sobre la actitud emprendedora en la formación académica de los estudiantes universitarios; prácticas de gestión de la cultura en las Pymis acorde con la tipología de Scheinsohn.

Finalmente, se hace referencia a investigaciones ligadas con el diseño y construcción de un prototipo sobre superficies equipotenciales como proceso de enseñanza investigativa; influencia e incidencia de las concepciones de género que tienen los/as docentes en la enseñanza de la matemática en la educación superior.

En síntesis, el aporte de estas investigaciones proviene del hecho de haber sido escritas a partir de experiencias prácticas, fundamentadas en saberes metodológico-prácticos y conocimientos aplicativos-crítico-reflexivos. Las opiniones, las teorías, los conceptos y aplicaciones tratados en ellas, surgen de problemas como resultado de un trabajo multidisciplinar de investigadores, docentes, asistentes e instructores, comprometidos con la universidad y motivados por el avance de las ciencias, particularmente por la física, pilar fundamental del conocimiento científico del universo, en busca de una alternativa en la calidad y excelencia académica.

Ph.D. Guillermo Rubén Terán Acosta
DIRECTOR CENTRO DE FÍSICA

El femtoscopio puede ser implementado utilizando dispersión de electrones y rayos X de bajas energías

Edward Henry Jiménez

Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería Química
ehjimenez@uce.edu.ec

Nicolás Recalde Aldunate

The University of South Carolina. Physics Department
recalde@email.sc.edu

Esteban Jiménez Chacón

Universite Paul Sabatier. Sciences Technologies et Sante
esteban.jimenez@univ-tlse3.fr

Recibido: 01 de septiembre / *Aprobado:* 30 de noviembre 2017

Resumen

El femtoscopio implica el discernimiento y la diferenciación de cada uno de los elementos presentes en un átomo y molécula, esto implica lógicamente medición de los radios, jamás la posición exacta de protones, neutrones, núcleo y electrones. Este trabajo incrementa el nivel de precisión en la medición atómica y nuclear de los nanómetros, característico del átomo al orden de femtómetros característico de los nucleones. Utilizando los conceptos de resonancia y la ecuación de Schrödinger, se estudia la interacción de electrones y fotones de baja energía con la materia y se mide los radios, atómico y nuclear, para los elementos de la tabla periódica. Se trabajó con

los datos públicos del NIST y la información de cromatografía de GC/MS de la FIQ-UCE.

En síntesis, la resonancia de rayos X a bajas energías (<70keV) da la geometría atómica y nuclear de la capa K. En tanto que la resonancia de electrones a bajas energías (<2keV) entrega las energías de los electrones de las capas externas y los radios promedios de los átomos.

Palabras clave: femtoscopio, precisión, cromatografía, átomo, radio.

Abstract

Femtoscope involves the discernment and differentiation of each element in atom and molecule, this logically implies measurement of the radius, never the exact position of protons, neutrons, nucleus and electrons. This work increases the level of precision in the atomic and nuclear measurements of the nanometers, characteristic of the atom to the order of femtometers, characteristic of nucleons.

Using the concepts of resonance and Schrödinger equation, the interaction of electrons and low energy photons with the matter is studied, and the atomic and nuclear radius are measured for elements of periodic table. We worked with the NIST public data and GC/MS chromatography information of the FIQ-UCE.

In synthesis, the resonance of x-rays at low energies (<70 keV) gives the atomic and nuclear geometry of the K-layer. Whereas, the resonance of electrons at low energies (<2 keV) gives the energies of outer layers of electron and the average radius of atom.

Keywords: femtoscope, precision, chromatography, atom, radio.

Introducción

Existen pocos estudios de dispersión de electrones y fotones a baja energía. Esto debido a que recientemente se dispone de fuentes de fotones y electrones con alta precisión. A nivel industrial se trabaja de manera cotidiana con GC/MS, para conocer las concentraciones de una gran variedad de átomos y moléculas. El principio fundamental de la cromatografía de gases y líquidos es la ionización de átomos y moléculas por medio de una fuente de electrones. Las concentraciones de átomos y moléculas medidas en un equipo GC/MS están funcionalmente determinadas por la absorción de la radiación ionizante.

La técnica Low energy electron diffraction LEED, ha sido ampliamente utilizada en el estudio de física de superficies para electrones incidentes con energías de 108 eV, dando resultados excelentes [1].

Se ha estudiado la estructura de MgO, con energías de resonancia 530 eV. Estos gráficos analizan (Photoemission Intensity Vs E), no se analiza sección eficaz pero las implicaciones físicas son las mismas [2].

El Laboratorio Nacional de Berkeley [3] presenta un estudio pormenorizado de interacción de rayos X y materia con energías entre 50-30000 eV, donde se presentan las secciones eficaces y los coeficientes de absorción para cada uno de los elementos de la tabla periódica ayuda enormemente al momento de contrastar resultados entre los distintos laboratorios como NIST.

Mediciones de los radios del protón han sido realizados por grupos de investigadores y proyectos, entre ellos MUSE [4][5][6], determinando que se encuentra en un intervalo de (0.83-0.88) fm.

A nivel del electrón no se ha medido de manera directa el radio; existen experimentos que prueban su esfericidad [8].

Mediciones con alto grado de precisión de la sección eficaz de los átomos de la tabla periódica cuando son impactados con rayos X y electrones de baja energía son públicos en la página del NIST, en la cual se menciona de manera fidedigna los autores de los trabajos utilizados como base [9][10][11][12].

Para que ocurra una reacción de ionización en átomos y moléculas bombardeadas por electrones de baja energía es necesario que mínimo el electrón target y el electrón proyectil se encuentren o interactúen al menos una vez, permitiendo que se concrete una resonancia.

Utilizando un cromatógrafo de gases y un detector de masas, se estudia la dinámica de las reacciones químicas de ionización y su correspondencia con la atenuación másica de la radiación con electrones a bajas energías. Se demuestra la naturaleza probabilista de las reacciones de ionización a través de las ecuaciones de Fisher-Kolmogorov y la formalización clásica [13][14][15][16][17]. Además, utilizando la cinética química se verifica un nuevo método experimental para medir y cuantificar secciones eficaces, correlacionando nuestros resultados con los valores

del NIST. Finalmente, se testea el algoritmo de cálculo para los elementos presentes en una muestra de aire húmedo. El principal resultado del estudio demuestra que la velocidad de los electrones es el nexo entre la cinética química y la atenuación de radiación a bajas energías: $v(E) = K(E)/\mu(E) = r/t$.

Para el caso de fotones y electrones que bombardean materia se demuestra teóricamente que tienen una sección eficaz de resonancia, que concuerda con los modelos teóricos de Teoría de Dispersión [18][19][20].

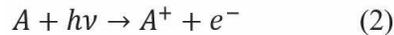
Materiales y métodos

Definiciones

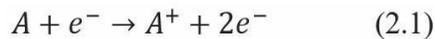
La ecuación fundamental de atenuación de la radiación de R_x , es inversamente proporcional a la distancia r , recorrida por el rayo de la siguiente manera:

$$I = I_0 e^{-\mu r} \quad (1)$$

Cuando un haz de R_x atraviesa un volumen de espesor r , crea ionización de la materia, y la concentración del número de iones aumenta con el tiempo $C(t)$.



De manera similar se produce ionización de átomos y moléculas con un haz de electrones de baja energía (0, 250) eV.



Notemos que la frecuencia ν , corresponde a la frecuencia de ionización de cada elemento de la tabla periódica. En el presente *paper* trabajaremos normalmente con la longitud de onda λ , en lugar de la frecuencia, donde la energía y la frecuencia respetan la relación de Planck:

$$E = hc/\lambda = h\nu$$

Dependiendo del tipo de reacción de orden cero, uno o dos, la concentración tendrá la forma: $C = C_0 + K t$, $(\ln(C/C_0) = K t)$ y $(1/C - 1/C_0 = K t)$, donde K representa la ecuación de Arrhenius.

$$K = A e^{-\frac{E_i}{RT}} \quad (3)$$

La atenuación de la radiación $I(x)$ crea átomos ionizados positivamente, si y solamente si su energía es superior a la energía de ionización. Producto de este proceso se crea una concentración de iones $C(t)$ que aumenta con el tiempo. En síntesis, aumenta la concentración de iones por atenuación de electrones energéticos de manera simétrica, como se expresa en la siguiente ecuación:

$$\frac{C}{C_0} = e^{Kt} = \frac{I_0}{I} = e^{\mu r} \quad (4)$$

Debemos considerar que, si solo una fracción β de la radiación inicial crea iones, la ecuación queda:

$$\frac{C}{C_0} = e^{Kt} = \beta \frac{I_0}{I} = \beta e^{\mu r} \quad (5)$$

De la ecuación (4), obtenemos un resultado fundamental:

$$Kt = \mu r \quad (6)$$

La ecuación (6), significa que la cinética de una reacción química está definida por la absorción de la radiación, a través de la velocidad de propagación de la radiación ionizante $r=vt$. Por lo tanto, la reacción química de la ionización es de orden uno, como se lo expresa en la ecuación (4).

$$v(E) = \frac{K(E)}{\mu(E)} = \frac{r}{t} \quad (7)$$

La variable $v(E)$, es la velocidad de la partícula ionizante. Para el caso de electrones esta velocidad está en función del potencial aplicado V , la carga e y masa de electrón m_e :

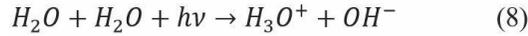
$$eV = m_e \frac{v^2}{2} \quad (7.1)$$

El lado izquierdo de las ecuaciones (5), (6) representa las funciones que dependen de la variable temporal kt , el lado derecho indica las funciones dependientes del espacio μr .

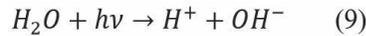
Las ecuaciones (5), (6) y (7) conectan el espacio r y el tiempo t . La interacción de la radiación con la materia depende explícitamente de la variable espacial r ; mientras que la cinética de una reacción química depende del tiempo t .

La radiación con electrones y R_x son la causa de la reacción química y la reacción química es la responsable de la creación de iones hidronio y oxidrilo que cambian la estructura del ADN impidiendo que las moléculas cancerosas sigan reproduciéndose. El radical hidronio es el ácido más fuerte conocido que a su vez destruye células

cancerosas. Existen efectos colaterales en las células sanas, que a pesar del daño pueden recuperarse, en tanto que las células cancerosas han perdido esa capacidad. Las reacciones químicas fundamentales de este proceso son:



La ecuación (8), en forma reducida se escribe como:



La atenuación de la radiación está en el dominio del espacio y debidamente descrita por la ecuación (1). La cinética de una reacción química está en el dominio del tiempo debidamente descrita por la evolución de la concentración y por la ecuación de Arrhenius (3). Las dos ecuaciones son equivalentes como se indica en (5), (6) y (7). La variable $C(t)$, puede medir el valor de la concentración en el tiempo de electrones o iones producidos por la interacción de electrones o rayos x con la materia.

El átomo se caracteriza por el radio atómico r_a , el número de protones $Z = A - N$, el número de electrones Z y el número de neutrones N .

Sección eficaz

Según el NIST, las tabulaciones actuales de μ / ρ dependen en gran medida de los valores teóricos para la sección transversal total por átomo, σ_{tot} , que está relacionado con μ / ρ mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{\mu}{\rho} = \frac{\sigma_{tot}}{uA} \quad (10)$$

En (3), u ($= 1.660\ 540\ 2 \times 10^{-24}$ gr) es la masa atómica (1/12 de la masa de ^{12}C) [4].

El coeficiente de atenuación, las secciones transversales de interacción de fotones y las cantidades relacionadas son funciones de la energía del fotón. La sección transversal total se puede escribir como la suma sobre las contribuciones de las interacciones principales de fotones,

$$\sigma_{tot} = \sigma_{pe} + \sigma_{coh} + \sigma_{incoh} + \sigma_{pair} + \sigma_{trip} + \sigma_{ph.n} \quad (11)$$

Donde σ_{pe} es la sección transversal del efecto fotográfico atómico, σ_{coh} y σ_{incoh} son las secciones transversales de dispersión coherentes (Rayleigh) e incoherentes (Compton), respectivamente, σ_{pair} y σ_{trip} son las secciones transversales para la pro-

ducción de positrones de electrones en los campos del núcleo y de los electrones atómicos, respectivamente, y $\sigma_{ph.n.}$ es la sección transversal fotonuclear [3][4].

Utilizamos los datos de NIST para los elementos $Z = 11$ a $Z = 92$ y las energías de fotones $1.0721E-03$ MeV a $1.16E-01$ MeV, y se calcularon de acuerdo con:

$$\frac{\mu}{\rho} = (\sigma_{pe} + \sigma_{coh} + \sigma_{incoh} + \sigma_{pair} + \sigma_{trip} + \sigma_{ph.n.})/uA \quad (12)$$

El coeficiente de atenuación μ de un rayo de electrones de baja energía (10, 100) eV, esencialmente tendrá las componentes elástica e inelástica. Se desprecia Bremsstrahlung emission y Positron annihilation.

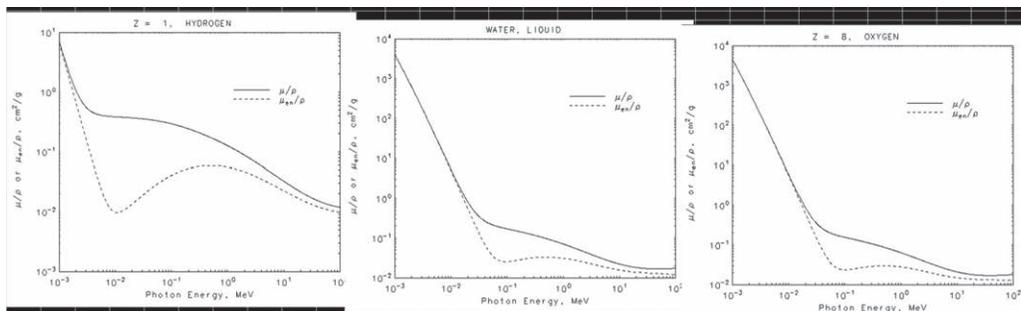
$$\sigma_{tot} = \sigma_{coh} + \sigma_{incoh} \quad (13)$$

Zona de resonancia para fotones

Se crea una región de resonancia de forma natural en la capa K entre el núcleo y los electrones en el nivel S. La condición para que los fotones entren en la región de resonancia viene dada por $ra \geq r_n + \lambda$. Esta región de resonancia nos proporciona una nueva forma de entender el efecto fotoeléctrico. Existe evidencia experimental de la existencia de resonancia en el nivel K debido al efecto fotoeléctrico, representado por la sección transversal de resonancia proporcionada por el NIST para cada átomo. En el presente trabajo nos centramos en los efectos de resonancia, pero no en el origen de la región de resonancia. Teorema 1.

La sección eficaz de resonancia es la responsable de variaciones grandes y/o anómalas en la radiación absorbida ($I_2 - I_1$), como se lo demuestra en el Teorema 1.

$$\frac{I_2 - I_1}{I_2 + I_1} = -\frac{\rho r}{\mu A} (\sigma_2 - \sigma_1) \quad (14)$$



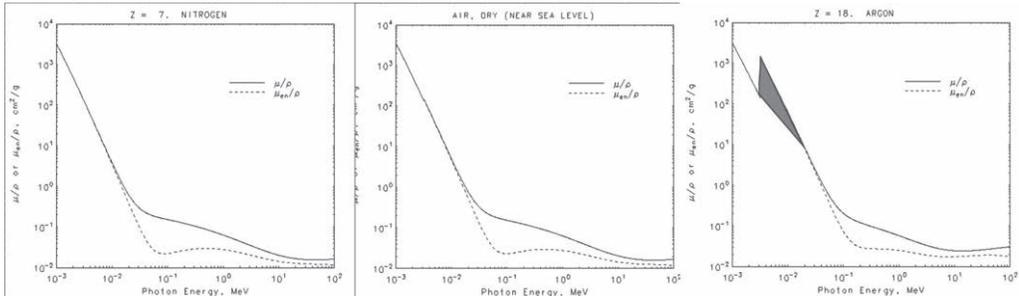


Figura 1. Las figuras anteriores muestran las regiones de resonancia para el argón, pero para los demás son muy pequeñas. La radiación de ionización son rayos X.

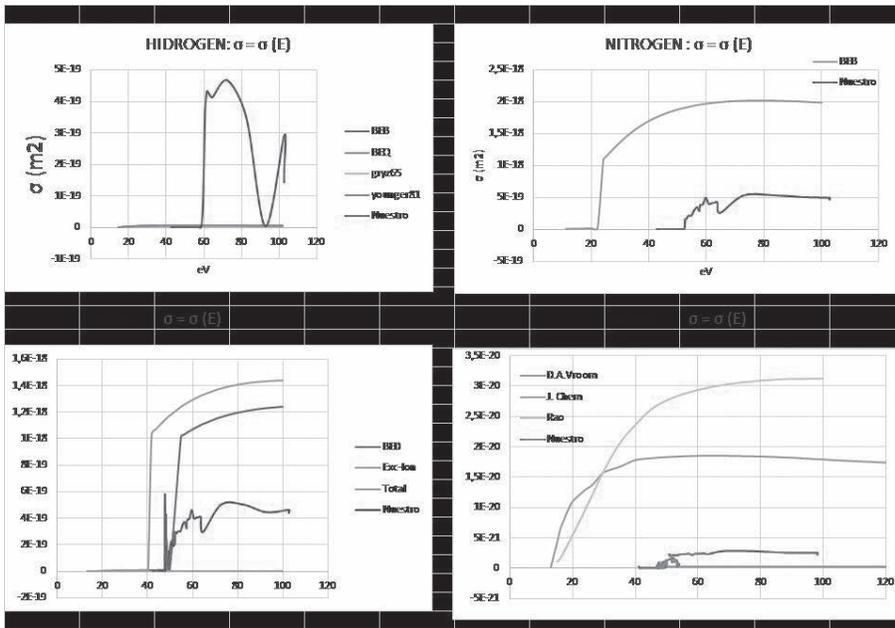


Figura 2. Las figuras anteriores muestran las regiones de resonancia para H2, N, O2, H2O. La radiación de ionización son electrones con energía entre (0, 105) eV.

La figura 2 muestra que nuestros datos experimentales concuerdan con la información pública del NIST.

La figura 3 indica claramente que cada átomo y/o molécula tiene una sección eficaz de resonancia representada por el valor máximo de la sección eficaz. Esta sección eficaz máxima tiene un valor único para cada elemento químico y/o compuesto molecular y es la huella digital desde la perspectiva de las bajas energías. Por ejemplo, el radio más probable para el átomo de hidrógeno, representa la longitud de onda de D’Broglie y está dado por $r_H = h/(2\pi m)$.

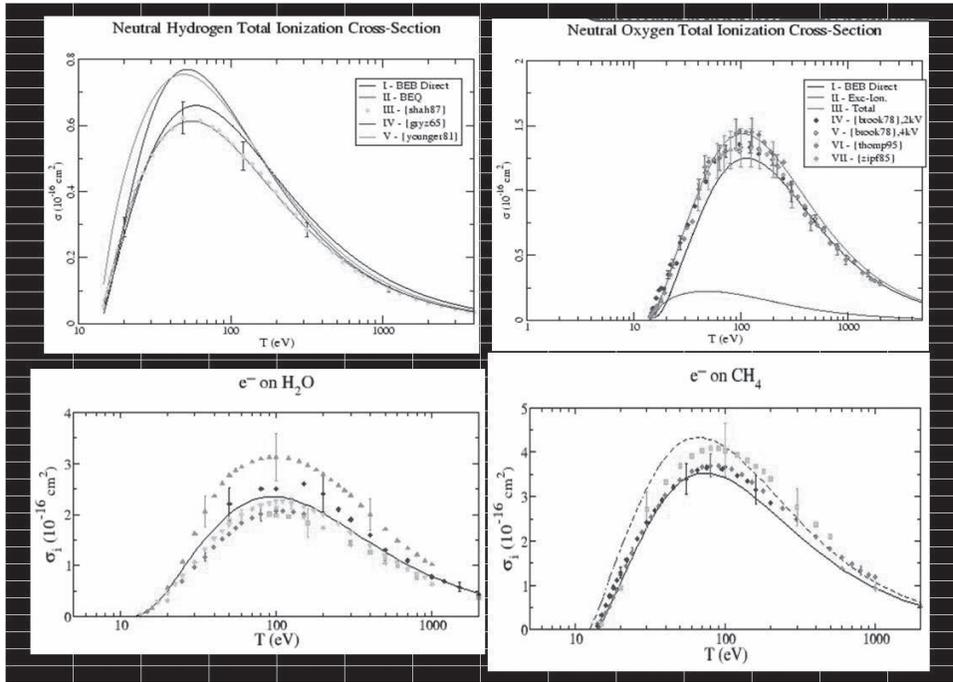


Figura 3. Sección eficaz de algunos átomos y moléculas que indican que existe una resonancia en los valores máximos. Información pública del NIST.

Resultados

Precisión del modelo de Schrödinger.

Cuando existe una alta desviación estándar $\langle \Delta r \rangle = (\langle r^2 \rangle - \langle r \rangle^2)^{1/2}$ en la medición del radio de cualquiera de las órbitas de un átomo es necesario determinar el nivel del error no solo en la posición $\epsilon = \langle \Delta r \rangle / \langle r \rangle$ sino en la energía $\epsilon = \langle \Delta E \rangle / \langle E \rangle$. Esto se lo puede calcular con la aplicación del principio de incertidumbre de Heisenber y los valores promedio de los operadores energía y posición.

En (Leslie Ballentine, p. 295) [18], se presenta los cálculos de error respectivo para la energía, en el estado base del hidrógeno atómico.

$$\epsilon = \langle H \rangle_{\min} / |E_{100}| = -1 \quad (14.1)$$

En la ecuación anterior se utilizó la función de onda $\psi = Ce^{-r/a}$ obteniéndose $\langle H \rangle$ y $\langle H \rangle_{\min}$ con el método de variaciones y el parámetro a igual al radio de Bohr.

$$\langle H \rangle = \frac{\langle \Psi | H | \Psi \rangle}{\langle \Psi | \Psi \rangle} = \frac{\hbar^2}{8\pi\mu a^2} - \frac{e^2}{a} \quad (14.2)$$

Utilizando las ecuaciones para los valores promedio del radio r , dadas por Pauling y Wilson en 1935, p. 267 [18].

$$\langle r \rangle = \langle \Psi_{n,l,m} | r | \Psi_{n,l,m} \rangle = n^2 a \left(1 + \frac{1}{2} \left\{ 1 - \frac{l(l+1)}{n^2} \right\} \right) \quad (14.3)$$

$$\langle r^2 \rangle = \langle \Psi_{n,l,m} | r^2 | \Psi_{n,l,m} \rangle = n^4 a^2 \left(1 + \frac{3}{2} \left\{ 1 - \frac{l(l+1)-1/3}{n^2} \right\} \right) \quad (14.4)$$

Podemos calcular la incertidumbre en el radio del átomo de hidrógeno, en la primera capa $n=1$, $l=0$:

$$\langle \Delta r \rangle = \sqrt{\langle r^2 \rangle - (\langle r \rangle)^2} = a \sqrt{\frac{3}{4}} \quad (14.5)$$

Con lo que el nivel de error o incertidumbre queda determinado por:

$$\epsilon = \frac{\langle \Delta r \rangle}{\langle r \rangle} = 57,7\% \quad (14.6)$$

Todo experimento que se haga para la primera capa del átomo de hidrógeno está restringido a este nivel de error o incertidumbre.

¿Se puede determinar el nivel de error o incertidumbre en la determinación del radio y la energía de átomos y moléculas?

La ecuación (14.5), nos da una idea de cómo calcular la incertidumbre de los modelos físico-matemáticos del átomo de Bohr. Sin embargo, podemos aplicar de manera similar esta metodología para átomos y moléculas generales. Simplemente necesitamos encontrar la ecuación de onda de átomos y moléculas. Presentamos una manera nueva en la determinación de la función de onda a partir de las curvas de resonancia.

Reescribamos la ecuación, debidamente demostrada en la ecuación (7) y en los teoremas 1 y 2.

$$v(E) = \sqrt{2E/m} = \frac{K(E)}{\mu(E)} = \frac{\langle r \rangle}{\langle t \rangle} = \frac{\langle \Delta r \rangle}{\langle \Delta t \rangle} \quad (14.7)$$

Donde E , m son la energía y la masa del electrón respectivamente. Las relaciones de $\langle r \rangle / \langle t \rangle$ también se cumplen para las desviaciones estándar $\langle \Delta r \rangle / \langle \Delta t \rangle$.

Los teoremas 1 y 2 establecen la forma explícita de la función de probabilidad para una reacción de ionización creciente. Las ecuaciones [6], [7] y [22] permiten escribir la ley de probabilidad logística que representa a la variable aleatoria r que representa el radio del átomo o molécula.

$$P(r) = \frac{\sigma}{\sigma_a} = \frac{1}{1+e^{\left(\frac{r-r_a}{s}\right)}} = \frac{1}{1+e^{\frac{\sigma \rho}{uA}(r-r_a)}} \quad (14.8)$$

Donde el parámetro de entropía está representado por $s = uA / \sigma \rho$. Notemos que la sección eficaz es un punto fijo del sistema. La media de la ley de probabilidad que representa el radio externo del átomo está definida como:

$$\langle r \rangle = r_a = \int_0^{+\infty} r \frac{e^{\left(\frac{r-r_a}{s}\right)} dr}{s \left(1+e^{\left(\frac{r-r_a}{s}\right)}\right)^2} = \int_0^{+\infty} \Psi r \Psi dr \quad (14.9)$$

De donde la función de onda tiene la forma:

$$\Psi(r) = \frac{e^{\left(\frac{r-r_a}{s}\right)} dr}{\sqrt{s \left(1+e^{\left(\frac{r-r_a}{s}\right)}\right)^2}} \quad (14.10)$$

El valor de la desviación estándar es:

$$\langle \Delta r \rangle = \langle r^2 \rangle - \langle r \rangle^2 = \frac{\pi}{\sqrt{3}} s \quad (14.11)$$

La entropía $(\ln(s)+2)$, para la densidad de probabilidad del proceso de ionización dado por $f(r)=P(1-P) = \Psi$, es una variable estratégica del proceso y captura toda la información disponible.

Con lo que el valor de la incertidumbre y la exactitud del modelo buscado para los radios del átomo o la molécula tiene la siguiente forma:

$$\epsilon = \left(\frac{\langle \Delta r \rangle}{\langle r \rangle} \right) = \frac{\frac{\pi}{\sqrt{3}} s}{r_a} \quad (14.12)$$

Despejando el valor de $\langle \Delta r \rangle = v(E) \langle \Delta t \rangle$ y aplicando la relación (14.7) tenemos el valor de $\langle \Delta t \rangle$ que se relaciona con el valor de la energía, de la siguiente manera:

$$\langle \Delta E \rangle = \frac{\hbar}{\langle \Delta t \rangle} = \frac{\hbar v(E)}{\langle \Delta r \rangle} \quad (14.13)$$

El cálculo del valor del parámetro s , puede hacerse con los datos experimentales de la figura 3, donde tenemos la sección eficaz en función de la energía. Pero a su vez la energía está en función de la onda asociada al electrón que representa el radio del átomo ($\lambda=r$).

$$\ln\left(\frac{\sigma_0-\sigma}{\sigma}\right) = \frac{1}{s}(r - r_a) \quad (14.14)$$

Teorema. Región de resonancia. La sección transversal de resonancia se produce por la interferencia entre el núcleo atómico y los rayos X entrantes dentro de la región de resonancia, donde los límites son la superficie del núcleo atómico y la cubierta K.

La sección eficaz del núcleo atómico está dada por:

$$\sigma_{r_n} = 4\pi r_n^2 = 4\pi A^{2/3} r_n^2 \quad (15)$$

La sección transversal del fotón en la concha K depende de la longitud de la onda y la forma del núcleo atómico:

$$\sigma_{r_n+\lambda} = 4\pi(r_n + \lambda)^2 \quad (16)$$

Restando las secciones transversales (13) y (14) tenemos:

$$\sigma_\lambda = \sigma_{r_n+\lambda} - \sigma_{r_n} = 4\pi(2r_n\lambda + \lambda^2) = 4\pi(2r_p\lambda + 2(r_n - r_p)\lambda + \lambda^2) \quad (17)$$

La resonancia se produce por las interacciones entre los rayos X, los electrones K-shell y el núcleo atómico. Las secciones transversales correspondientes al núcleo están ponderadas por la probabilidad p_n y deben tener una dependencia simple de un término de interferencia. Este último depende del radio de protones r_p o de la diferencia entre el núcleo y el radio de protones ($r_n - r_p$) de acuerdo con la siguiente relación:

$$\frac{p_n+p_e}{p_n}(\sigma_2 - \sigma_1) = \text{Max}(\sigma_m - \sigma_{m-1}) = 4\pi(2r_p\lambda) \quad (18)$$

$$\frac{p_n+p_e}{p_n}(\sigma_2 - \sigma_1) = \text{Max}(\sigma_m - \sigma_{m-1}) = 4\pi(2(r_n - r_p)\lambda) \quad (19)$$

Observamos que el lado izquierdo de las ecuaciones (18) y (19) debería tener un factor mayor que uno debido a la resonancia. El factor único que mantiene este requisito es $(p_n + p_e) / p_n$. Donde:

$$P_n = \frac{\sigma_n}{\sigma_a} = \frac{1.2^2 A^{2/3}}{r_a^2}.$$

La probabilidad de encontrar al menos un electrón dentro del átomo está representada por el radio de Bohr y se define por:

$$P_e = \frac{\sigma_e}{\sigma_a - \sigma_n} = \frac{r_e^2}{r_a^2 - 1.2^2 A^{2/3}}.$$

Debido a razones físicas, el término que se debe tomar es $4\pi (2r_p \lambda)$ porque esto solo es en el límite de la región de resonancia.

La razón por la que el protón de sección transversal debe ser elíptica es porque solo podemos medir un eje de la elipse y los valores experimentales actuales están en el rango de 0.83 fm a 0.88 fm.

Cabe señalar que la interacción de los rayos X es con un protón dado ubicado en el límite del núcleo. Por lo tanto, la versión semi-empírica de la ecuación (18), que ha sido validada utilizando datos experimentales del NIST y las bases teóricas, se da a continuación por:

$$\frac{\frac{r_e^2}{r_a^2 - 1.2^2 A^{2/3}} + \frac{1.2^2 A^{2/3}}{r_a^2}}{\frac{1.2^2 A^{2/3}}{r_a^2}} (\sigma_2 - \sigma_1) = 8\pi r_p \lambda \quad (20)$$

De la ecuación (20) obtenemos el protón de radio, r_p .

Metodología

Radio del electrón, una aplicación del teorema

Las dimensiones del protón son dinámicas y corresponden a una elipse. El protón se deforma y aumenta con el peso atómico A, debido a la fuerza nuclear. Usando la teoría de la entropía mínima, podemos calcular la dimensión óptima del radio del protón y las condiciones para que el fotón quede atrapado en la región de resonancia correspondiente a la capa K. Una vez en esta región, el fotón interactúa con el electrón o con uno de los nucleones. En este artículo, proporcionamos un método de cálculo para el radio de protones en función de la sección transversal de resonancia. Sin embargo, de manera similar podemos obtener el radio de los electrones ya que los rayos X de baja energía están confinados entre los límites correspondientes a los electrones en la capa K y los protones en el núcleo.

$$\frac{p_n+p_e}{p_e} (\sigma_2 - \sigma_1) \left(\frac{A}{A_R}\right)^{1/3} = 4\pi(2r_e\lambda)$$

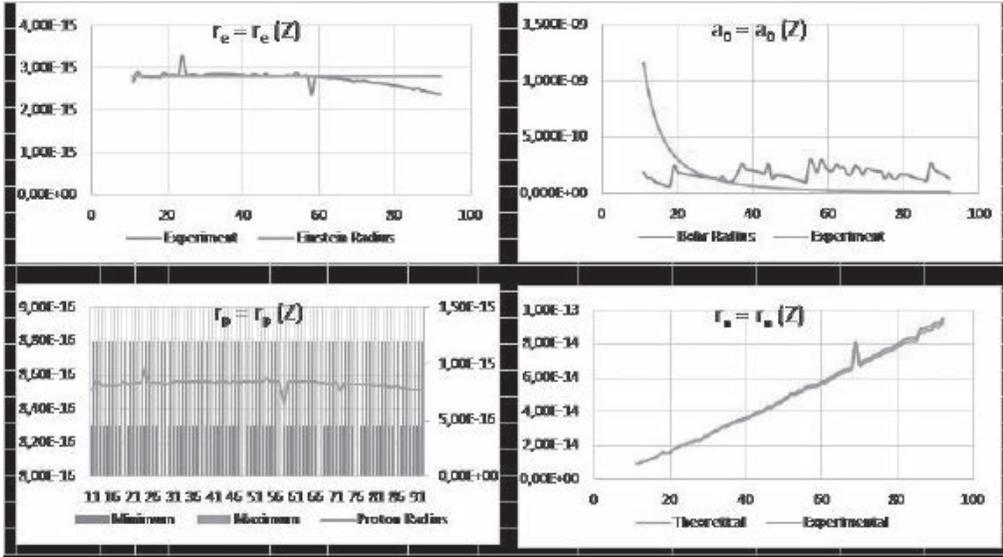


Figura 4. Podemos ver claramente los radios de los electrones, protones, núcleo atómico y radio de Bohr, que demuestran que se puede diferenciar cada uno de los elementos de la tabla periódica en el intervalo $11 \leq Z \leq 92$.

El femtoscopio podrá discernir claramente los elementos presentes en una muestra.

Para los elementos de $Z \leq 10$, es necesario utilizar en conjunto la información de bajas energías de rayos X y de electrones.

Conclusiones

1. De manera radical es totalmente posible diferenciar nucleones en el interior de un átomo con los nucleones en el interior de otro átomo. Este método no puede garantizar nada cuando el protón o el neutrón esta libre. Se podría pensar que en el átomo de hidrógeno el protón es casi libre, sin embargo, no tenemos datos experimentales de resonancia por rayos X para átomos con $1 \leq Z \leq 10$. Se necesita completar las tablas de dispersión de rayos X a bajas energías. Nosotros afirmamos que todos los átomos tienen resonancia en la capa K.

2. Se cumplió el objetivo fundamental del *paper*, la medición de parámetros atómicos y moleculares utilizando bajas energías. Pues, se midió con gran precisión: los radios promedios del protón y del electrón; el radio promedio de la capa K y el radio externo promedio para cada uno de los átomos de la tabla periódica. Se calculó el radio del núcleo en función de los radios del protón y el neutrón, con un coeficiente de correlación igual a 1. Además, se demostró a nivel experimental, la convergencia del radio del electrón al radio clásico de Einstein.

3. El uso de la física tradicional sigue siendo importante en las aplicaciones industriales siempre y cuando los resultados tengan un mínimo error. Cuándo y por qué utilizar electrodinámica en lugar de mecánica cuántica o scattering theory, seguirán siendo interrogantes en el futuro. Sin embargo, en este trabajo se ha conjugado las dos, en función de los resultados. La resonancia de fotones y materia está muy bien explicada con la interferencia de ondas y el teorema de Mínima Entropía. Mientras que la resonancia de electrones con la materia necesitó de la ecuación de Schrödinger y de la interferencia clásica. Lo aprendido de este *paper* estuvo guiado por los niveles del error en la medición de parámetros como, por ejemplo: el radio del electrón con un error del 5,47%, mientras que la medición del radio del protón tuvo un error del 4,14%, que incluso es inferior a las medidas de los mejores laboratorios del mundo.

4. Trabajos de dispersión a bajas energías implica costos de investigación reducidos. Trabajar con bajas energías no solo es beneficioso en costos de equipos y tecnologías, sino que permite encontrar aplicaciones industriales inmediatas. Los equipos de bajas energías para fotones y electrones son equipos de rayos X y cañones de electrones comerciales y debidamente probados por el sector económico real y productivo. Por ejemplo, para los experimentos con electrones se utilizó un cromatógrafo de gases y un detector de masas GC/MS Agilent, que se utiliza en la industria, medicina y especialmente en refinación de petróleo. El equipo de rayos X, es más fácil con los avances de la electrónica. El estudio presentado en este *paper* utilizó los resultados públicos del NIST, que concuerdan correctamente con nuestra información, como se lo reporta debidamente en la figura 2 y tabla 1.

5. Experimentos con bajas energías facilitan la integración de la academia con la industria. En nuestros laboratorios de Cromatografía de gases y líquidos, Catálisis, Energías alternativas y Biotecnología tenemos clientes de la industria petrolera, alimentos y farmacéutica, quienes tienen necesidades fundamentales en procesos de refinación de petróleo, huella genética de material cancerígeno en alimentos y tiempo de vida de medicamentos. En este sentido, hemos creado grupos multidisciplinarios que estudian la interacción de rayos X y electrones a bajas energías con la materia. Estos grupos multidisciplinarios fueron los principales contribuyentes al *paper*, en especial las ideas de resonancia y tiempos óptimos en los procesos de cinética química.

Referencias

- [1] D. Human et al., Low energy electron diffraction using an electronic delay-line detector, Rev. Sci. Inst. 77 023302 (2006).
- [2] V. K. Lazarov, R. et al., Structure of the hydrogen-stabilized MgO (111)-(1x1) polar surface: Integrated experimental and theoretical studies, Phys. Rev. B 71, 115434. 2005.

- [3] B. L. Henke et al., X-Ray Interactions: Photoabsorption, Scattering, Transmission, and Reflection at $E = 50\text{-}30,000$ eV, $Z = 1\text{-}92$, Atomic Data and Nuclear Data Tables, Volume 54, Issue 2, July 1993.
- [4] Strauch Steffen, Fifth Workshop of the APS Topical Group on Hadronic Physics, April 2013, Denver, CO, USA.
- [5] Strauch Steffen, PANIC14, Hamburg, Germany, August 24 - 29, 2014 abstract.
- [6] Wong Samuel, Introductory Nuclear Physics, Second Edition, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Germany, 2004.
- [7] R. Pohl et al., The size of the proton, *Nature* 466, 213 (2010).
- [8] J. J. Hudson et al., Improved measurement of the shape of the electron, *Nature Letters* 473, 2011.
- [9] N. Lj. Duric, I. M. Cadez, and M. V. Kurepa, *Int. J. Mass. Spectrom. Ion Processes* 83, R7 (1988).
- [10] J. Schutten, F. J. de Heer, H. R. Moustafa, A. J. H. Boerboom and J. Kistenmaker, *J. Chem. Phys.* 44, 3924 (1966).
- [11] M. A. Bolorizadeh and M. E. Rudd, *Phys. Rev. A* 33, 882 (1985).
- [12] M. V. V. S. Rao, I. Iga and S. K. Srivastava, *J. Geophys. Res.* 100, 26421 (1995).
- [13] S. P. Khare and W. J. Meath, *J. Phys. B* 20, 2101 (1987), and references therein (theory).
- [14] H. C. Straub, B. G. Lindsay, K. A. Smith, and R. F. Stebbings, *J. Chem. Phys.* 108, 109 (1998).
- [15] Atkins P. and de Paula J., *Physical Chemistry*, W.H. Freeman and Company, New York, 2006, pp. 870-880.
- [16] Kolmogorov A, Petrovsky I and Piscounov N. Study of the diffusion equation with growth of the quantity of matter and its application to a biological problem, *Bull. State Univ. Mos.* (trans. by F. Oliveira- Pinto and B. W). *Conolly, Applicable mathematics of non-physical phenomena, Ellis Horwood*, 1937, 1982, pp.169-184.
- [17] Goldstein H, Poole Ch and Safko J. *Classical Mechanics*, Addison Wesley, San Francisco, 2001, pp. 483-525.
- [18] Leslie Ballentine. *Quantum Mechanics. A Modern Development.* World Scientific, 1998.
- [19] Nakamura H, Mil'nikov G. *Quantum Mechanical Tunneling in Chemical Physics.* CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, 2013, pp. 17-19.
- [20] Bell R. P, *The Tunnel Effect in Chemistry*, Springer U.S, 2013, pp. 1-11; 32-62.
- [21] H. W. Kuhn and A. W. Tucker, Nonlinear programming, in (J. Neyman, ed.) *Proceedings of the Second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, University of California Press, Berkeley, 1951, pp. 481-492.
- [22] L. A. Pars, *An Introduction to the Calculus of Variations*, John Wiley & Sons, New York, 1962.

ANEXOS

Tabla 1. Continuación. Valores promedios de concentración en el GC/MS para los elementos químicos presentes en una muestra de aire húmedo: H, He, O, N, H₂O, O₂, N₂, Ar, Kr.

Voltage V	Repeler V	2 H ₂	4 He	14 N	16 O	18 H ₂ O	28 N ₂	32 O ₂	40 Ar	83 Kr
10,0	31,31									
10,1	31,31							1,27		
10,2	31,31						1,22	2,27		
10,3	31,31						4,79	4,15		
10,4	31,31						6,20	4,72		
10,5	31,31						8,36	5,56		
10,6	31,31						9,92	5,75		
10,7	31,31						13,57	6,65		
10,8	31,31						16,63	7,00		
10,9	31,31						18,95	6,99		
11,0	31,31						24,03	9,52		
11,1	31,31						28,13	9,57		
11,2	31,31						35,04	9,74		
11,3	31,31						41,46	12,06		
11,4	31,31						47,81	11,50		
11,5	31,31						115,02	56,04		
11,6	31,31						63,57	12,66		
11,7	31,31						74,24	14,27		
11,8	31,31						76,77	14,63		
11,9	31,31						2,55			
12,0	34,5									
12,1	34,5									661,65
12,2	34,5									685,73
12,3	34,5									1651,22
12,4	34,5									907,23
12,5	34,5									497,02
12,7	34,5									
13,0	34,5					11,29	1080,99	407,29	10,27	12,68
13,1	34,5									
13,3	34,5									
13,4	34,5						101,02	37,57		
13,5	34,5						164,92	56,15	1,08	
13,6	34,6					1,37	409,79	140,73		1,43
13,8	34,6						316,05	106,06	2,16	
13,9	34,6						166,50	49,45		
14,0	34,6					11,42	1055,46	381,46	9,61	8,86
14,1	34,6						495,16	169,58	1,30	1,11
14,2	34,6					5,19	594,00	204,16	5,01	2,37
14,3	34,6						141,60	46,42		
14,4	34,6					6,06	649,58	226,08	6,85	1,82
14,5	34,6						151,01	45,00		
14,6	34,6					10,61	994,94	334,61	7,73	2,36
14,7	34,6					13,46	1053,71	354,84	8,89	2,21
14,8	34,6					16,56	1097,75	366,98	8,99	
14,9	34,6					14,47	1066,03	350,79	8,94	1,87
15,0	34,6					9,73	958,25	301,65	8,04	
15,1	34,6						198,09	51,84		
15,2	34,6						201,70	54,54		
15,3	34,6						192,80	54,44		
15,4	34,6					1,83	319,56	100,42	3,71	
15,5	34,6						234,12	68,75		
15,6	31,51						232,57	64,28	1,04	
15,7	31,51						163,30	4,17		
15,8	31,51						149,72	43,83		
15,9	31,51						169,33	44,81		
16,0	31,51						228,15	63,56	1,49	

Voltage	Repeler V	2	4	14	16	18	28	32	40	83
V	V	H ₂	He	N	O	H ₂ O	N ₂	O ₂	Ar	Kr
16,1	31,51						756,12	202,06	3,57	
16,2	31,51						137,26	40,20		
16,3	31,51					1,66	502,68	150,14	4,60	
16,4	31,51				1,14	3,42	474,39	149,04	5,88	
16,5	31,51				1,12	4,54	449,03	138,38	6,56	
16,6	31,51				1,20		196,69	47,07	1,05	
16,7	31,51				2,20	5,43	626,39	185,59	6,93	
16,8	31,51				1,52		213,56	44,00		
16,9	31,51				2,41	1,90	340,74	88,76		
17,0	31,51				4,00	14,55	1239,65	360,21	10,63	
17,1	34,6				3,90	161,64	1499,94	445,16	14,35	
17,2	34,6				3,45	35,19	1484,14	437,87	13,58	
17,3	34,6				4,32	21,50	1506,52	439,31	13,71	
17,4	34,6				5,80	27,70	1616,18	471,01	16,11	
17,5	34,6		1,21		6,42	27,88	1622,56	470,26	16,01	
17,6	34,6		3,01		6,87	28,23	1615,98	466,36	15,69	
17,7	34,6		7,06		7,43	27,14	1582,78	454,75	14,85	
17,8	34,6		14,09		8,53	25,14	1589,88	451,04	14,92	
17,9	34,6		22,96		9,71	30,23	1630,22	460,22	15,47	
18,0	34,6		43,42		10,54	30,17	1650,24	465,11	15,40	
18,1	34,6		67,96		11,02	28,40	1632,11	458,80	15,50	
18,2	34,6		99,76		11,53	28,58	1668,50	467,51	15,61	
18,3	34,6		131,62		11,23	33,00	1671,24	465,63	15,04	
18,4	34,6		166,69		11,94	38,88	1763,18	487,98	16,47	
18,5	34,6		196,31		13,91	43,09	1824,79	503,16	17,63	
18,6	34,6		227,44		14,51	54,44	1948,71	531,24	19,18	
18,8	34,6		269,39		15,58	73,20	2133,69	573,85	20,87	
18,9	34,6		277,07		9,03	2,49	1212,66	320,69	8,29	
19,0	34,6		300,11		9,78	2,97	1225,09	323,10	8,54	
19,1	34,6		322,62		9,80	3,09	1244,12	327,36	8,59	
19,2	34,6		341,49		11,83	3,30	1289,52	339,41	9,54	
19,3	34,6		365,19		12,54	3,99	1321,44	348,78	10,05	
19,4	34,6		387,02		12,83	5,41	1340,70	352,58	10,23	
19,5	34,6		412,06		12,53	6,50	1339,68	351,51	9,08	
19,6	34,6		435,00		12,96	6,81	1356,55	353,24	9,92	
19,7	31,3		1468,75	1,87	43,15	1841,13	9463,64	2251,18	265,84	
19,8	31,3		1524,51	7,21	41,88	760,78	10143,35	2469,87	300,37	65,04
19,9	31,3		1553,64	8,06	45,02	685,91	10862,88	2664,07	352,65	110,23
20,0	31,3		1584,27	7,01	40,55	704,81	10597,80	2598,64	324,39	73,82
21	31,3		2373,90	17,98	54,64	1155,82	13521,27	3203,86	499,32	157,72
22,0	31,3		2313,36	18,87	55,94	914,51	13439,78	3194,07	472,31	125,25
23	31,3		4512,73	65,48	115,09	1580,34	21247,01	4780,29	672,54	109,05
24,0	31,3		5676,09	127,71	165,50	1788,84	24220,49	5385,70	701,75	85,30
24,6	31,3		20967,93	62,22	94,51	1854,84	20568,98	4451,96	425,16	
24,7	31,3		20272,26	64,88	95,23	1785,57	20392,93	4404,05	418,25	
24,8	31,3		19596,78	64,89	95,34	1701,49	19990,42	4295,61	406,58	
25,0	31,3		7793,68	244,74	240,56	2084,71	28529,53	6280,86	733,65	47,65
26	31,3		10804,88	333,19	306,70	2475,82	32976,58	7203,62	825,13	48,53
27,0	31,3		34714,83	1598,82	806,98	1234,64	46237,71	13592,58	1442,16	156,97
28	31,3	50,87	97550,31	418,82	343,61	2464,85	32109,33	6796,59	681,16	5,80
29,0	31,3	114,34	118739,35	509,25	394,83	2396,89	32693,05	6889,24	695,39	3,16
30	31,3	111,46	123636,18	610,66	445,46	2520,77	34515,87	7242,46	730,89	5,46
31,0	31,3	104,85	121106,95	703,68	486,41	2653,05	36509,87	7626,78	762,43	5,01
32	31,3		20914,25	56,72	90,33	1863,79	20202,68	4383,73	421,30	
40,0	28,33	202,85	721125,32	4407,37	2267,01	10192,74	160318,27	35924,67	3369,60	1,08
50	28,33	53,95	416178,55	5284,32	2408,91	9147,42	183267,37	44863,35	3939,52	3,22
60,0	28,33		98899,74	3538,98	1050,37	4058,44	120925,67	33217,59	2976,49	2,57
70	28,33	29,93	138090,70	3058,56	1490,12	3940,39	101648,40	29120,42	2591,19	15,69
70	28,33	8,05	77855,44	2345,77	1210,22	1967,60	72857,89	21105,09	1917,73	14,96
70	28,33	5,78	76352,21	2483,90	1211,43	1692,30	69692,96	20330,56	1861,91	12,57
70	28,33	5,57	108333,95	3066,40	1504,93	2828,68	94967,70	27582,28	2512,84	13,98
70	28,33	9,10	94996,94	2838,05	1401,85	2228,28	81813,79	23904,26	2197,58	11,84

Tabla 2. Máxima variación de la sección eficaz a energías específicas o de resonancia, para los elementos de la tabla periódica con: $10 < Z < 93$

ELEMENT	Z	N	A	$E_2=E_1=E$ MeV	σ_2 cm ²	σ_1 cm ²	λ m	$(\sigma_2 - \sigma_1)/\sigma_1$ %	ELEMENT	Z	N	A	$E_2=E_1=E$ MeV	σ_2 cm ²	σ_1 cm ²	λ m	$(\sigma_2 - \sigma_1)/\sigma_1$ %
Na	11	12	23.0	1,072E-03	2,46E-19	2,07E-20	1,1580E-09	1085%	Te	52	76	127.6	3,180E-02	7,88E-21	1,43E-21	3,9041E-11	452%
Mg	12	12	24.3	1,305E-03	2,20E-19	1,83E-20	9,5135E-10	1102%	I	53	74	126.9	3,317E-02	7,55E-21	1,38E-21	3,7430E-11	447%
Al	13	14	27.0	1,560E-03	1,77E-19	1,62E-20	7,9605E-10	993%	Xe	54	77	131.3	3,560E-02	7,24E-21	1,34E-21	3,4874E-11	442%
Si	14	14	28.1	1,840E-03	1,49E-19	1,44E-20	6,7474E-10	932%	Cs	55	78	132.9	3,590E-02	6,93E-21	1,29E-21	3,4583E-11	438%
P	15	16	31.0	2,150E-03	1,27E-19	1,28E-20	5,7745E-10	892%	Ba	56	81	137.3	3,740E-02	6,66E-21	1,25E-21	3,3196E-11	431%
S	16	16	32.1	2,470E-03	1,10E-19	1,10E-20	5,0264E-10	854%	La	57	82	138.9	3,890E-02	6,39E-21	1,22E-21	3,1916E-11	428%
Cl	17	18	35.5	2,822E-03	9,65E-20	1,04E-20	4,3994E-10	827%	Ce	58	82	140.1	3,598E-02	6,13E-21	1,92E-21	3,4506E-11	219%
Ar	18	18	39.9	3,203E-03	8,46E-20	9,47E-21	3,8762E-10	793%	Pr	59	82	140.9	4,199E-02	5,89E-21	1,14E-21	2,9567E-11	415%
K	19	20	39.1	3,607E-03	7,79E-20	8,64E-21	3,4416E-10	802%	Nd	60	83	144.2	4,360E-02	5,68E-21	1,11E-21	2,8475E-11	411%
Ca	20	20	40.1	4,038E-03	6,81E-20	7,85E-21	3,0745E-10	787%	Pm	61	84	145.0	4,520E-02	5,47E-21	1,08E-21	2,7467E-11	408%
Sc	21	24	45.0	4,490E-03	6,08E-20	7,23E-21	2,7651E-10	741%	Sm	62	88	150.4	4,680E-02	5,24E-21	1,05E-21	2,6528E-11	399%
Ti	22	26	47.9	4,970E-03	5,47E-20	6,66E-21	2,4980E-10	721%	Eu	63	88	152.0	4,850E-02	5,05E-21	1,02E-21	2,5598E-11	394%
V	23	28	50.9	5,465E-03	4,97E-20	6,10E-21	2,2717E-10	707%	Gd	64	93	157.3	5,023E-02	4,92E-21	9,95E-22	2,4717E-11	394%
Cr	24	28	52.0	5,989E-03	5,16E-20	5,68E-21	2,0729E-10	809%	Tb	65	94	158.9	5,200E-02	4,69E-21	9,69E-22	2,3877E-11	384%
Mn	25	30	54.9	6,540E-03	4,12E-20	5,29E-21	1,8963E-10	679%	Dy	66	97	162.5	5,379E-02	4,52E-21	9,44E-22	2,3081E-11	379%
Fe	26	30	55.9	7,110E-03	3,78E-20	4,93E-21	1,7462E-10	687%	Ho	67	98	164.9	5,560E-02	4,35E-21	9,20E-22	2,2329E-11	373%
Co	27	32	58.9	7,710E-03	3,48E-20	4,61E-21	1,6103E-10	656%	Er	68	99	167.3	5,749E-02	4,21E-21	8,98E-22	2,1597E-11	368%
Ni	28	30	58.7	8,330E-03	3,21E-20	4,32E-21	1,4904E-10	643%	Tm	69	122	204.4	5,940E-02	4,07E-21	1,06E-21	2,0901E-11	285%
Cu	29	34	63.6	8,979E-03	2,93E-20	4,04E-21	1,3827E-10	626%	Yb	70	103	173.1	6,133E-02	3,92E-21	8,53E-22	2,0242E-11	360%
Zn	30	34	65.4	9,660E-03	2,76E-20	3,81E-21	1,2852E-10	624%	Lu	71	104	175.0	6,331E-02	3,79E-21	8,35E-22	1,9609E-11	354%
Ga	31	38	69.7	1,037E-02	2,56E-20	3,59E-21	1,1976E-10	613%	Hf	72	72	178.5	6,535E-02	3,67E-21	1,05E-21	1,8998E-11	248%
Ge	32	41	72.6	1,110E-02	2,39E-20	3,39E-21	1,1185E-10	605%	Ta	73	108	180.9	6,742E-02	3,54E-21	7,97E-22	1,8416E-11	345%
As	33	42	74.9	1,187E-02	2,23E-20	3,21E-21	1,0462E-10	595%	W	74	109	183.8	6,950E-02	3,42E-21	7,78E-22	1,7864E-11	339%
Se	34	44	79.0	1,266E-02	2,08E-20	3,04E-21	9,8063E-11	586%	Re	75	110	186.2	7,170E-02	3,31E-21	7,61E-22	1,7315E-11	335%
Br	35	44	79.9	1,347E-02	1,95E-20	2,89E-21	9,2144E-11	576%	Os	76	114	190.2	7,387E-02	3,21E-21	7,45E-22	1,6807E-11	331%
Kr	36	48	83.8	1,433E-02	1,83E-20	2,74E-21	8,6664E-11	566%	Ir	77	114	192.2	7,610E-02	3,11E-21	7,28E-22	1,6314E-11	327%
Rb	37	48	85.5	1,520E-02	1,72E-20	2,61E-21	8,1684E-11	558%	Pt	78	117	195.1	7,839E-02	3,01E-21	7,13E-22	1,5837E-11	323%
Sr	38	50	87.6	1,610E-02	1,61E-20	2,49E-21	7,7091E-11	546%	Au	79	118	197.0	8,070E-02	2,91E-21	7,00E-22	1,5384E-11	316%
Y	39	50	88.9	1,704E-02	1,52E-20	2,38E-21	7,2866E-11	538%	Hg	80	121	200.6	8,310E-02	2,82E-21	6,86E-22	1,4940E-11	311%
Zr	40	51	91.2	1,800E-02	1,43E-20	2,27E-21	6,8985E-11	531%	Tl	81	122	204.4	8,550E-02	2,73E-21	6,72E-22	1,4521E-11	307%
Nb	41	52	92.9	1,899E-02	1,36E-20	2,17E-21	6,5392E-11	523%	Pb	82	125	207.2	8,800E-02	2,64E-21	6,57E-22	1,4107E-11	302%
Mo	42	54	95.9	2,000E-02	1,28E-20	2,09E-21	6,2079E-11	515%	Bi	83	126	209.0	9,053E-02	2,56E-21	6,46E-22	1,3714E-11	297%
Tc	43	55	98.9	2,104E-02	1,23E-20	2,02E-21	5,8996E-11	509%	Po	84	125	210.0	9,310E-02	2,49E-21	6,35E-22	1,3335E-11	292%
Ru	44	57	101.1	2,210E-02	1,15E-20	1,91E-21	5,6177E-11	504%	At	85	125	210.0	9,570E-02	2,41E-21	6,21E-22	1,2973E-11	288%
Rh	45	58	102.9	2,320E-02	1,10E-20	1,85E-21	5,3514E-11	494%	Rn	86	136	222.0	9,840E-02	2,35E-21	6,08E-22	1,2617E-11	286%
Pd	46	60	107.9	2,440E-02	1,06E-20	1,79E-21	5,0882E-11	490%	Fr	87	136	223.0	1,010E-01	2,28E-21	5,96E-22	1,2292E-11	278%
Ag	47	60	107.9	2,55E-02	9,92E-21	1,72E-21	4,8660E-11	478%	Ra	88	138	226.0	1,040E-01	2,19E-21	5,85E-22	1,1938E-11	274%
Cd	48	64	112.4	2,670E-02	9,45E-21	1,64E-21	4,6499E-11	475%	Ac	89	138	227.0	1,068E-01	2,12E-21	5,77E-22	1,1629E-11	267%
In	49	64	114.8	2,790E-02	9,02E-21	1,59E-21	4,4499E-11	469%	Th	90	142	232.0	1,096E-01	2,06E-21	5,66E-22	1,1328E-11	263%
Sn	50	69	118.7	2,920E-02	8,59E-21	1,53E-21	4,2518E-11	462%	Pa	91	140	231.0	1,126E-01	1,99E-21	5,56E-22	1,1026E-11	259%
Sb	51	70	121.8	3,049E-02	8,24E-21	1,48E-21	4,0717E-11	457%	U	92	146	238.0	1,160E-01	1,93E-21	5,45E-22	1,0703E-11	254%

Tabla 3. Máxima variación de la sección eficaz a energías específicas o de resonancia, para los elementos presentes en aire húmedo: H₂, He, O, N, H₂O, O₂, N₂.

ELEMENT	Z	A	$E_2=E_1=E$ eV	$v(E)$ m/s	σ_2 cm ²	σ_1 cm ²	$(\sigma_2 - \sigma_1)/\sigma_1$ %
H ₂	2	2,02	100,00	5,930E+06	1,20E-16	9,69E-17	24%
He	2	4,00	100,00	5,930E+06	4,20E-17	3,58E-17	17%
O	8	16,00	100,00	5,930E+06	1,33E-16	1,95E-17	583%
N	7	14,01	100,00	5,930E+06	2,00E-16	1,40E-16	43%
H ₂ O	10	18,02	100,00	5,930E+06	3,10E-16	2,01E-16	55%
O ₂	32	32,00	100,00	5,930E+06	3,00E-16	2,50E-16	20%
N ₂	14	28,00	100,00	5,930E+06	2,75E-16	2,50E-16	10%
SO ₂		64,07	100,00	5,930E+06	7,00E-16	4,00E-16	75%
CH ₄		16,04	100,00	5,930E+06	4,00E-16	3,50E-16	14%

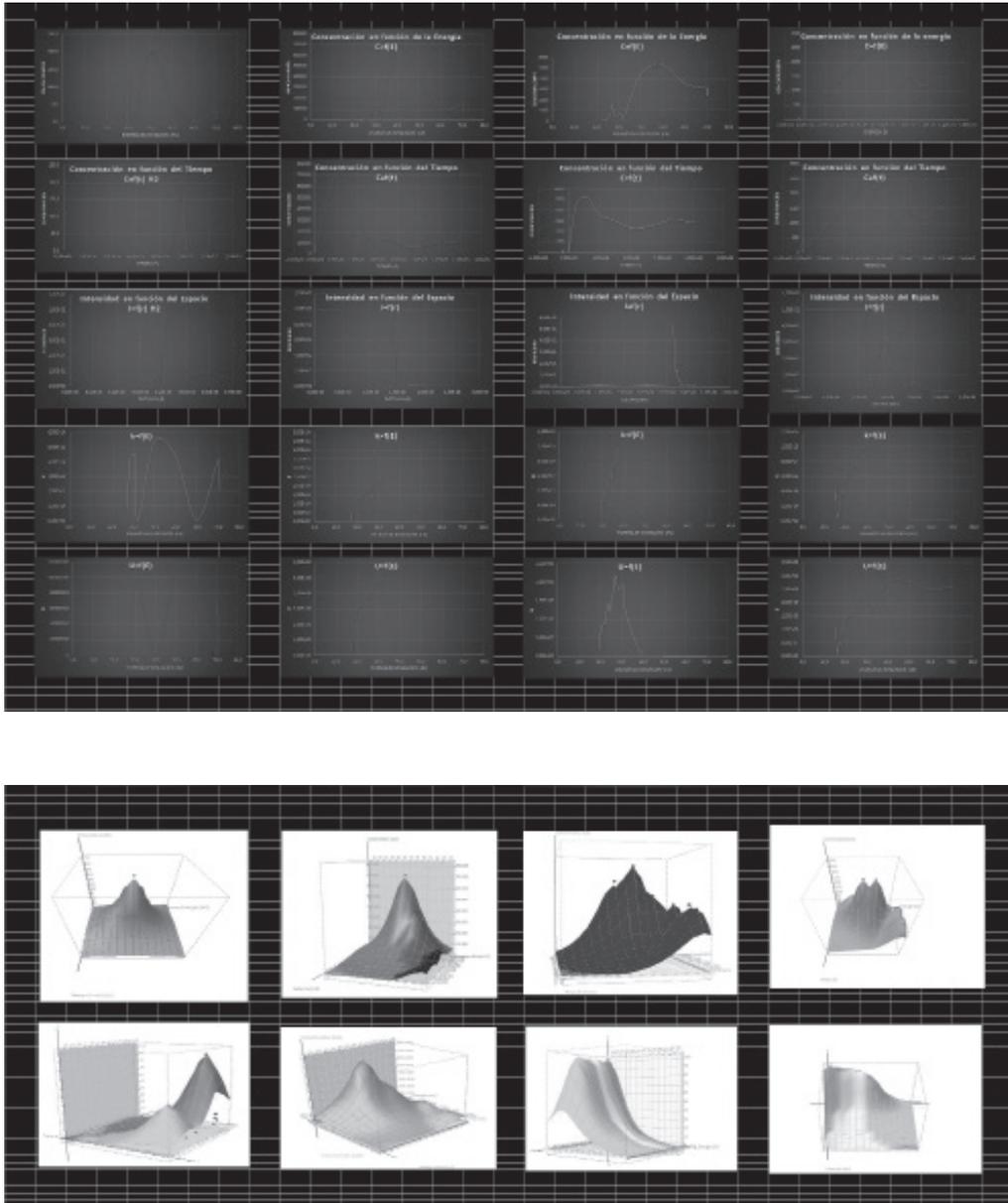


Figura 5. Evolución de concentración e intensidad de la radiación para gases de aire húmedo.

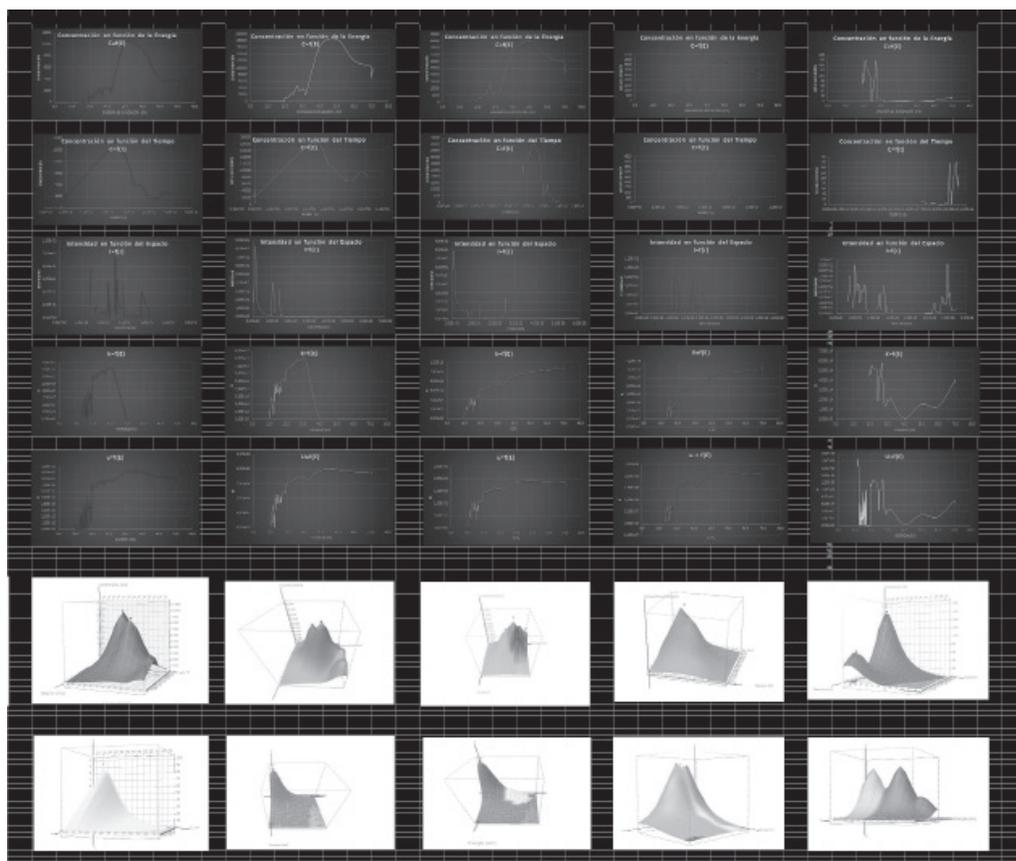


Figura 6. Evolución de concentración e intensidad de la radiación para gases de aire húmedo. Medidos en laboratorios de FIQ.

Desarrollo tecnológico de un sistema espectral portátil con luz blanca para la captación de huellas en hojas de plantas florícolas

Fredy Paulino Chaglla Sisalema

Escuela Politécnica Nacional. Ingeniería Eléctrica y Electrónica
fredy.chaglla@epn.edu.ec

Paolo Andrés Pancho Ramírez

Escuela Politécnica Nacional. Ingeniería Eléctrica y Electrónica
paolo.pancho@epn.edu.ec

Fausto Eduardo Ávalos Cascante

Escuela Politécnica Nacional
eduardo.avalos@epn.edu.ec

Rolando Sáenz

Escuela Politécnica Nacional
rolando.saez@epn.edu.ec

Recibido: 01 de septiembre / *Aprobado:* 30 de noviembre 2017

Resumen

En el presente artículo se expone el diseño e implementación de un equipo prototipo, utilizando luz blanca para la captación de huellas en hojas de plantas florícolas. El equipo prototipo consta de tres principales módulos constitutivos que son el sistema óptico, el sistema electrónico y el software de visualización.

Palabras clave: sistema espectral, luz blanca, plantas florícolas, sistema óptico, sistema electrónico, software de visualización.

Abstract

In the present article the design and implementation of a prototype equipment is introduced to the readers. The prototype uses white light for the capture of traces in leaves of floricultural plants. The prototype equipment consists of three main constitutive modules that are the optical system, the electronic system and the visualization software.

Keywords: spectral system, white light, flower plants, optical system, electronic system, visualization software.

Introducción

En el presente documento se presenta el diseño e implementación de un equipo prototipo, utilizando luz blanca para la captación de huellas en hojas de plantas florícolas. El equipo prototipo consta de tres módulos constitutivos que son: el sistema óptico, el sistema electrónico y el software de visualización

Diseño e implementación del sistema óptico

En esta sección, se detalla el diseño e implementación del sistema óptico del equipo, que está conformado por la fuente de luz, el detector y la punta de toma de muestras.

a. Fuente de luz

El detector trabaja en la región visible del espectro electromagnético, por lo que se utiliza una lámpara halógena de Ocean Optics.

Esta lámpara se escogió debido a que se ajusta al rango del espectro en donde se trabaja para la obtención de las gráficas, este rango va desde los 200 nm a 850 nm. Además, esta lámpara está focalizada de fábrica [1], permitiendo que la luz producida no se disperse, sino que se concentre en un punto. La luz generada por la fuente de luz blanca es enviada hacia las muestras, con las que interactúa produciendo una respuesta que es procesada por un detector y convertida en datos que posteriormente se transforman en gráficas como se muestra en la figura 1.

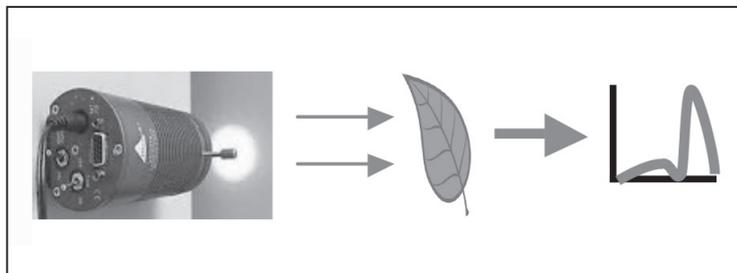


Figura 1. Representación gráfica de la función de la fuente de luz.

La fuente de luz está conformada por los siguientes elementos:

- Disipador
- Lente colimador
- Fibra óptica

El disipador está construido de aluminio, debido a su propiedad conductora que ayuda a transferir el calor de la fuente al exterior y a su peso, que es menor en comparación con el cobre que también es un buen disipador, pero mucho más pesado.

El lente colimador es el encargado de enlazar la fibra óptica y el detector con la fuente de luz [2], debido a sus características técnicas. El detector y la fibra óptica cuentan con una rosca de estándar de 3/8 de pulgada (inch) con la que el lente colimador se enrosca perfectamente a estos, además, sirve para realizar el enfoque adecuado [3], consta de una rosca móvil que permite ajustar la distancia de acople y así ubicar el plano focal a una distancia específica.

La fibra óptica es la encargada de transmitir la luz hacia las muestras y hacia el detector. Consta de un revestimiento, que permite su uso en campo, además protege a la fibra de movimientos mecánicos, también consta de dos canales que permite la interacción de la fuente de luz con las muestras y el detector USB-4000. Las características de la fibra se acoplan a las necesidades del equipo [4], que son el rango de longitud de onda de trabajo y la rosca para el acople con el detector y la fuente de luz.

b. Punta de toma de muestras

En el equipo prototipo la punta de toma de muestras es la encargada de formar una cápsula cerrada, evitando que el ruido del ambiente interfiera con la toma de datos. El ruido para el equipo es la luz ambiental, por tal razón la punta de toma de muestras dispone de dos caras las cuales se unen paralelamente. Al introducir la hoja entre las paredes de la punta de toma de muestras estas se sellan evitando el ruido del ambiente.

La punta de toma de muestras está construida de manera que minimice el esfuerzo de la mano en el momento de toma de muestras, tiene la forma de una pinza, construida de dos partes principales, la parte superior porta la fibra óptica la cual es ajustada por medio de un tornillo de sujeción y la parte inferior de la pinza dispone de una cara paralela a la superior. Se la puede observar en la figura 2.

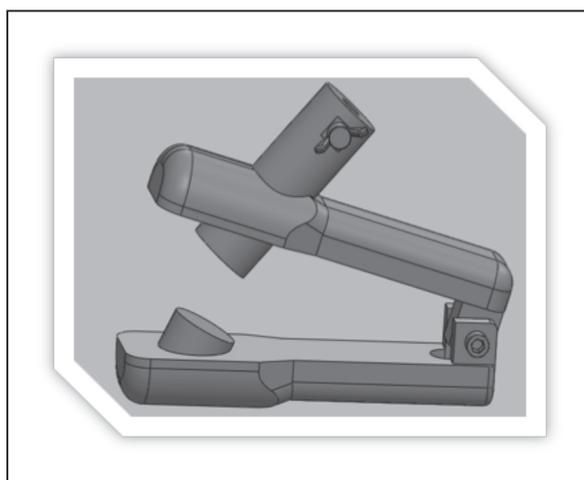


Figura 2. Punta de toma de muestras.

c. *Detector*

El espectrómetro USB4000 UV-VIS-ES de Ocean Optics es un equipo que contiene un sistema óptico, combinado con la electrónica, se distingue de las demás versiones por su alta sensibilidad, posee un detector de 3648 elementos con obturador, trabaja desde 200 a 850 nm, se conecta a un computador mediante un puerto USB 2.0 o 1.1, la alimentación la extrae del puerto USB.

El detector utilizado para el espectrómetro USB-4000 UV-VIS-ES es un dispositivo de transferencia de carga CCD (Charge Coupled Device) el cual consta de un arreglo lineal de sensores conformados por fotodetectores, [5] este tipo de sensor se encuentra comúnmente en equipos de fotografía, por su sensibilidad a la luz.

Para el detector usado en el equipo prototipo, la transferencia de carga, el reinicio y la iniciación de la lectura empiezan con el reloj en 1L (uno lógico), en el tiempo de integración. La función de reinicio recarga los fotodetectores y permite la integración continua de la energía luminosa durante el tiempo de integración, mientras se leen los datos a través de registros de desplazamiento en serie.

Al final de un período de integración, el proceso se repite. El CCD es un dispositivo de agotamiento y la señal eléctrica de salida es inversamente proporcional a los fotones de entrada, mostrada en la figura 3.

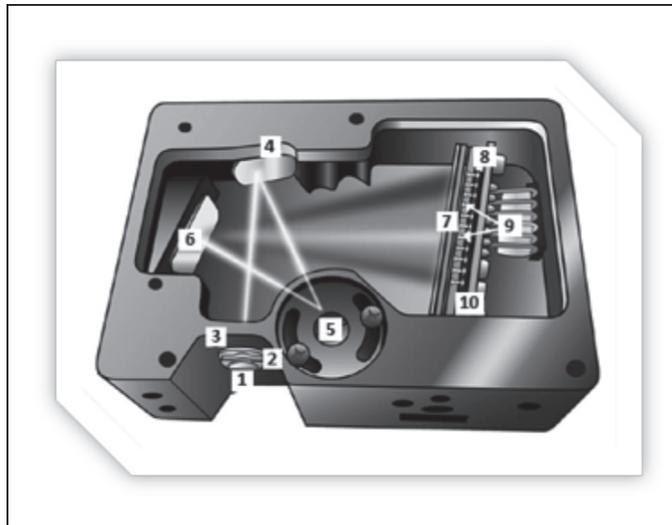


Figura 3. Espectrómetro USB 4000 UV-VIS-ES Ocean Optics [1].

Diseño e implementación del sistema electrónico

En esta sección se detalla el diseño e implementación del sistema óptico del equipo, que está conformado por la fuente de luz, el detector y la punta de toma de muestras.

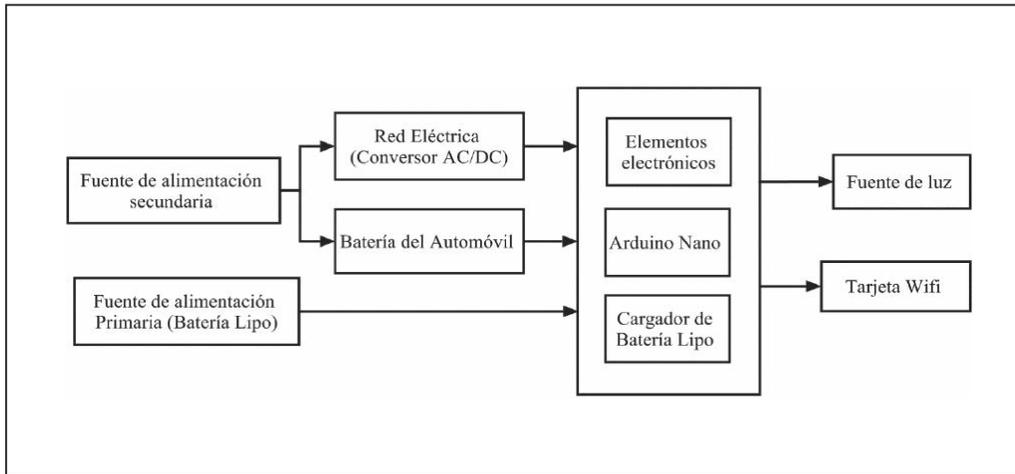


Figura 4. Módulos de la tarjeta electrónica.

d. Diseño de la tarjeta electrónica

La tarjeta electrónica consta de los siguientes elementos electrónicos:

- Transistor BJT
- Transistor Mosfet
- Relay Dc.
- Regulador de voltaje
- Amplificador operacional
- Resistencias
- Capacitores
- Conectores

La tarjeta centraliza el acople entre los módulos constitutivos del equipo y el sistema de control para ello se ha establecido la utilización de conectores estándar y las dimensiones de cada módulo constitutivo, el diseño también acopla la tarjeta de desarrollo Arduino Nano, mediante esta se ha establecido el sistemas de control [6] que activa el módulo la fuente de luz halógena, la tarjeta de comunicación, el detector USB4000 UV-VIS-ES, el sistema de alarma, sistema de visualización y el sistema de carga de batería [7], mostradas en la figura 5.

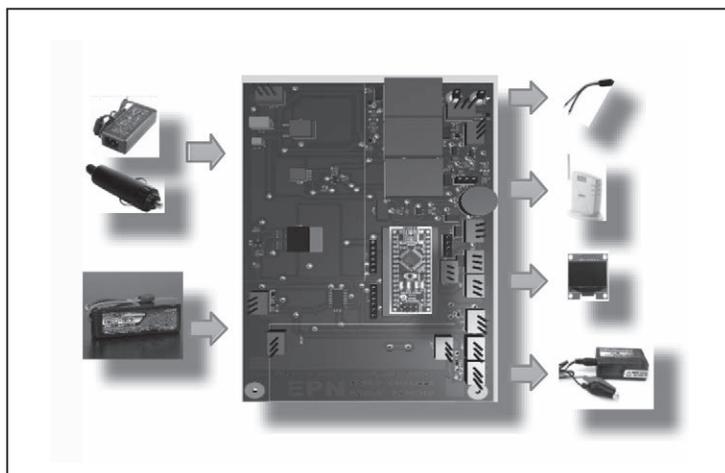


Figura 5. Módulo constitutivo del sistema espectral.

La implementación de un sensor de presencia electromagnética en la punta de toma de muestras permite iniciar la secuencia de control para el encendido de la fuente de luz al momento de tomar la muestra en las hojas de las plantas vegetales, las notificaciones del estado de la batería y alarmas son mostradas en la pantalla Oled en todo momento en el equipo. Para la carga de batería el prototipo dispone de dos puntos de carga mediante la red de 110 Vac o el conector de 12 Vdc del automóvil.

Software de visualización

En esta sección se describe la elaboración del software de visualización que permitirá graficar los espectros de las muestras tomadas.

e. Desarrollo de la interfaz gráfica de usuario

Una interfaz gráfica es un vínculo entre un programa computacional y el usuario, constituido generalmente por un conjunto de comandos y menús, por medio de los cuales el usuario se comunica con el programa durante las operaciones que se deben realizar, facilitando la entrada y salida de datos e información.

El GUIDE de Matlab consta de los siguientes archivos:

- Archivo .fig Este archivo contiene los elementos gráficos que son programados mediante código contenido en al archivo .m.
- Archivo .m Este archivo es el que contiene el código de los distintos componentes del GUIDE como son botones, axes, group buttons, etc.

El diseño de la interfaz de control se realiza en la plataforma de desarrollo Matlab [8]. La interfaz consta de los siguientes elementos:

- Push Button: genera una acción.
- Radio Button: representa una opción.
- Check Box: indica el estado de una opción.
- Edit Text: sirve para editar texto.
- Axes: sirve para graficar.
- Button Group: es un panel que se utiliza solo para radio buttons y toggle buttons. El diseño de la interfaz se lo realiza en la ventana de trabajo GUIDE que se observa en la figura 6.

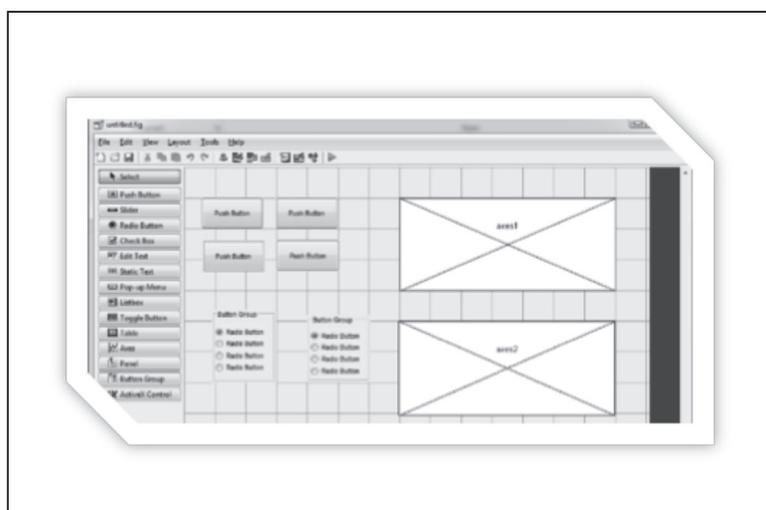


Figura 6. Área de trabajo Blank Guide de Matlab.

En esta área de trabajo se arrastra los elementos que se utilizan y se los ordena de acuerdo al gusto y preferencias del usuario [9]. Después de escoger los elementos gráficos que se mostraran en la pantalla, se debe programar las órdenes que deben cumplir cuando sean manipulados.

Para este proceso se ocupa el otro archivo que proporciona Matlab para la elaboración de la interfaz. Mediante el archivo .m se colocan, empleando código de programación las tareas y acciones que cumple cada componente presente en la interfaz. La interfaz consta de los siguientes componentes con su determinada función y se los puede observar en la figura 7.



Figura 7. Interfaz gráfica final.

- Inicio
Componente de tipo “Push Button”, sirve para que el espectrómetro empiece a tomar datos y a graficarlos. Mediante este botón se obtiene la gráfica del instante en que se lo presiona.
- Paro
Componente de tipo “Push Button”, funciona como paro del software, este se encarga de cerrar la conexión del espectrómetro con la computadora.
- Guardar
La función de este botón es guardar la imagen graficada en un archivo jpg, cuando se toma datos de una muestra y se la gráfica, este botón permite guardar la imagen que se desea conservar para posteriores usos.
- Mantener gráfica
Este botón sirve para realizar múltiples gráficas, cuando se quiere realizar una comparación entre dos o más gráficas al mismo tiempo, mediante este botón las gráficas se sobrepone y se puede visualizar más de una a la vez.

- **Estilos de gráfica**
Este componente sirve para agrupar botones, los cuales tienen funciones que se relacionan, la función que relaciona a este grupo de componentes son los estilos de la gráfica visualizada.
- **Normal**
Este componente es parte del “button group” de estilo de gráfica, en donde el estilo de gráfica es normal por defecto del programa, esto quiere decir que se realiza la gráfica en color negro y línea continua.
- **Azul**
Este componente es parte del button group de estilo de gráfica, en donde el estilo de gráfica se modifica con un cambio de color y línea con la que se dibuja la gráfica, para este estilo se cambia a color azul la gráfica y a línea entrecortada.
- **Verde**
Este componente es parte del button group de estilo de gráfica, en donde el estilo de gráfica se modifica con un cambio de color y línea con la que se dibuja la gráfica, para este estilo se cambia a color verde la gráfica y a línea entrecortada con puntos.
- **Rojo**
Este componente es parte del button group de estilo de gráfica, en donde el estilo de gráfica se modifica con un cambio de color y línea con la que se dibuja la gráfica, para este estilo se cambia a color rojo la gráfica y a línea dibujada con asteriscos.
- **Opciones de zoom**
Este componente sirve para compaginar un grupo de botones los cuales tienen funciones que se relacionan, la función que los relaciona para este grupo de componentes son las opciones de zoom de la gráfica visualizada.
- **Zoom off**
Este componente es parte del button group de opciones de zoom, este radio button está activado por defecto por lo que el zoom está desactivado.
- **Zoom eje Y**
Este componente es parte del button group de opciones de zoom, este radio button sirve para realizar un zoom en el eje y de la gráfica.
- **Zoom eje X**
Este componente es parte del button group de opciones de zoom, este radio button sirve para realizar un zoom en el eje x de la gráfica.

- Restaurar gráfico
Este componente es parte del button group de opciones de zoom, este radio button sirve para regresar al gráfico a su estado inicial sin zoom.
- Axes 1
Este componente sirve para cargar la imagen de fondo de la aplicación.
- Axes 2
Este componente sirve para graficar los datos enviados por el espectrómetro.

Pruebas y resultados

En esta parte se describen las distintas pruebas realizadas al equipo, así como los resultados obtenidos de las mismas, aquí se compara el accionar del equipo en contraste con un equipo comercial.

f. Sistema electrónico

Se procede a verificar el funcionamiento del accionar de la fuente de luz, cargador de batería lipo, convertor AC/DC, conector del automóvil, y visualización de mensajes en la pantalla.

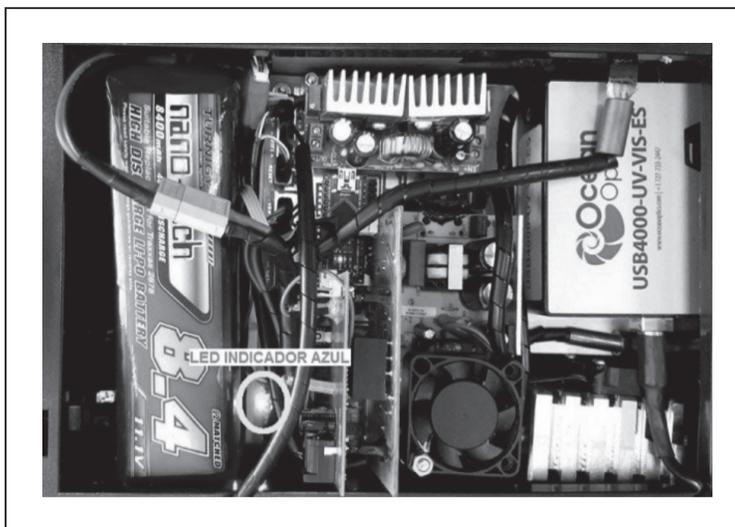


Figura 8. Funcionamiento del equipo mediante la batería lipo.

Luego de accionar el switch que enciende al equipo, se observa que un led de color azul se enciende, esto indica que la alimentación del equipo proviene de la batería lipo. Esta batería se encarga de proporcionar la energía total del equipo, como

se observa en la figura 8. Cuando el equipo está recibiendo energía de la batería lipo se pueden mostrar tres mensajes dependiendo del nivel de la batería. En la figura 9 se observa el mensaje cuando la batería se encuentra completamente cargada.



Figura 9. Mensaje de batería full.

En la figura 10 se observa el mensaje cuando la batería está descargada, además se acciona la alarma sonora.



Figura 10. Mensaje de batería baja.

Cuando la batería está descargada se puede conectar tanto a la red eléctrica como al conector estándar del automóvil. Cuando se conecta a la red eléctrica se enciende un led de color verde como se ve en la figura 11.

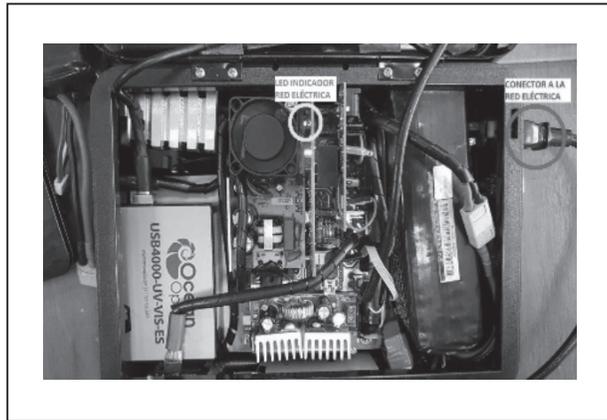


Figura 11. Equipo conectado a la red eléctrica.

Además, en el visualizador se muestra un mensaje referente a esta acción, si la batería está descargada se muestra un mensaje de batería cargando, como se ve en la figura 12.



Figura 12. Mensaje de batería cargando.

La segunda opción para proporcionar energía al equipo es mediante un conector estándar de 12 V presente en los automóviles, en la figura 13, se observa el equipo funcionando mediante este conector, en la tarjeta se enciende un led de color blanco que indica que el equipo se ha conectado al automóvil.

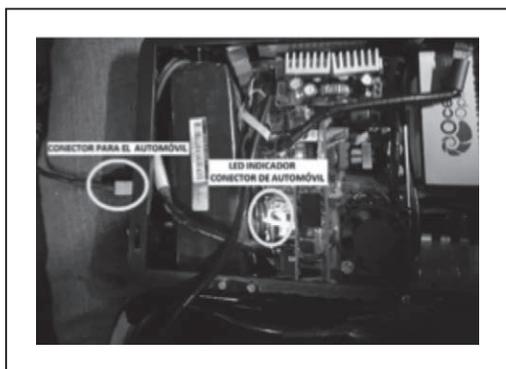


Figura 13. Equipo conectado al automóvil.

La fuente de luz se activa mediante la punta de toma de muestras al cerrarse y se apaga cuando esta se abre, este proceso se observa en las figura 14-15.

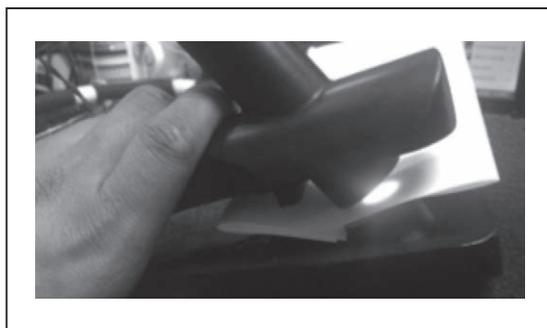


Figura 14. Encendido de la fuente de luz mediante la punta de toma de muestras.



Figura 15. Apagado de la fuente de luz mediante la punta de toma de muestras.

g. Software

Para verificar el software se utilizó el láser de 337 nm. En la figura 16 se puede observar el pico que presenta el láser.

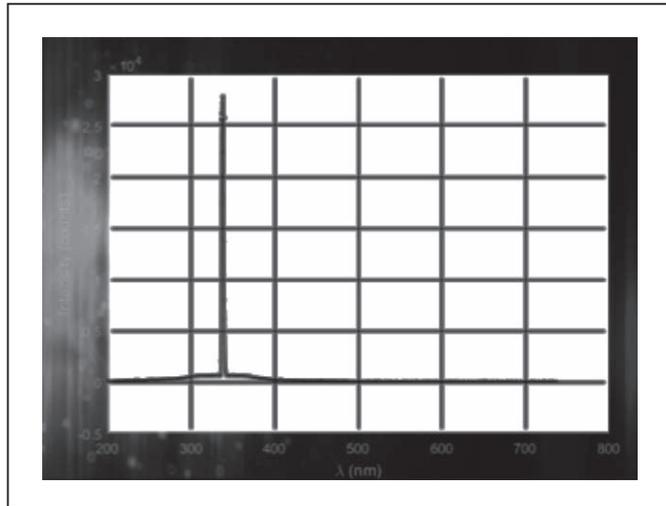


Figura 16. Muestra tomada mediante el espectrómetro USB-4000 UV-VIS-ES con el pico del láser UV en 337 nm y el software desarrollado en el proyecto.

Se tomó muestras utilizando el equipo implementado a una hoja de geranio como se muestra a continuación en la figura 17.



Figura 17. Hoja de geranio.

La figura 17 muestra una hoja de geranio, de esta hoja se obtuvo el espectro mostrado en la figura 18, para lo cual se estableció el área a ser analizada, luego se obtuvo la primera muestra con el equipo FieldSpec 4, a continuación con el equipo desarrollado. Al momento de analizar los espectros se establece que la forma espectral corresponde al igual que su longitud de onda de eje "x", con respecto al eje "y" difiere por la intensidad de luz aplicada por cada equipo.

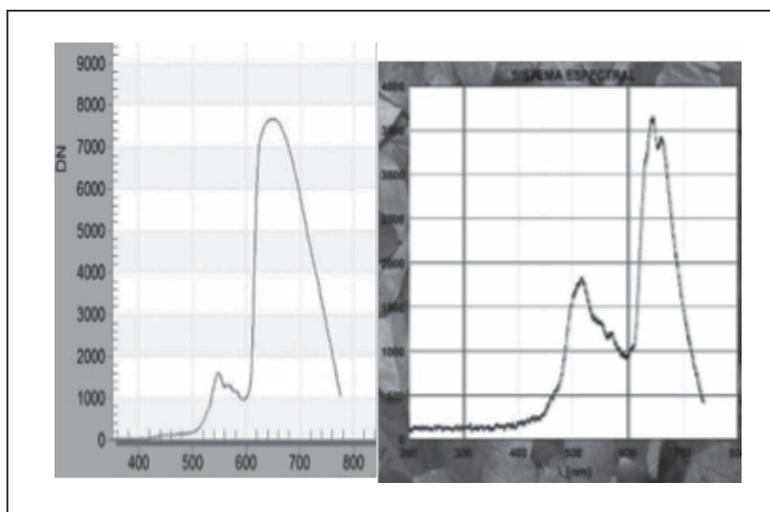


Figura 18. Muestras tomadas con el equipo comercial vs. el equipo implementado a una hoja de geranio.

Conclusiones

Se logró implementar la tarjeta electrónica de control, permitiendo que el equipo funcione sistemáticamente, gestionando sus elementos de acuerdo al código de programación desarrollado, empezando por fuente de luz, tarjeta de comunicación wifi, detector USB4000 UV-VIS-ES, cargador de batería y visualizador gráfico.

Se desarrolló un software que consta de un menú de opciones permitiendo realizar la toma de datos de manera directa, ayudando al usuario a elegir el tipo de color, opciones de zoom y guardar las gráficas para posteriores análisis.

El visualizador implementado permite que el usuario conozca en todo momento el estado de la batería. Por medio de una alarma sonora el sistema de control advierte cuando el equipo necesita recargar la batería, indicando al usuario que el nivel no es el suficiente para que el equipo siga funcionando. Además, se logró implementar un sistema de carga de batería práctico, que alimenta al equipo y carga la batería mediante la red eléctrica o mediante el automóvil, que es más común en salidas al campo.

Se logró diseñar e implementar la punta de toma de muestras adecuada al equipo, de modo que se ajusta con facilidad al ambiente de trabajo, por el tamaño y peso, puede acceder a lugares angostos y poco accesibles, lo que permite al usuario obtener muestras sin mayor problema. Además, el sensor magnético implementado en la punta de toma de muestras acciona la fuente de luz, evitando que esté encendida todo el tiempo, optimizando de esta manera su uso.

El tamaño de la tarjeta electrónica diseñada disminuyó gracias al uso de elementos electrónicos de montaje superficial (SMD) y al trazado del circuito a doble lado, optimizando el tamaño que la tarjeta ocupa en el equipo.

El envío de datos se realiza mediante un servidor USB, lo que permite enlazar el equipo con toda computadora que posea tecnología wifi, con un alcance de 100 metros con línea de vista, que permite cubrir más terreno para la toma de muestras.

Las pruebas realizadas muestran que el software desarrollado proporciona gráficas fiables en el rango establecido en el plan de trabajo, además en comparación con un software comercial, cumple con sus objetivos ya que posee las funciones necesarias para visualizar los datos obtenidos, siendo portable y de fácil manipulación.

Recomendaciones

El desarrollo de la aplicación se recomienda realizarlo en softwares afines con Android, que permite ejecutarlas mediante una tablet o un celular, esto sirve como base para poder realizar un equipo más comercial y que tenga mayores facilidades para una transferencia tecnológica.

Se recomienda realizar un sistema de energía portable, con el cual el equipo reduzca su peso y tamaño, permitiendo al usuario recargar las baterías sin necesidad de movilizar todo el equipo.

Por la sensibilidad que tienen la tarjeta de carga de batería se recomienda utilizar conectores estándares y circuitos de protección para evitar daños en tarjeta.

Para futuros equipos espectrales se debería aplicar un conversor AC/DC diseñado específicamente para el equipo, evitando tamaños excesivos de este módulo, con el fin de reducir más las medidas del prototipo desarrollado.

Una solución para evitar depender de cables soldados a la placa son conectores Molex, mediante estos se acopla y desacopla de forma segura los periféricos externos a la placa electrónica, ofreciendo seguridad en el montaje y desmontaje del equipo.

La ubicación física de la tarjeta Arduino en la placa electrónica es para evitar que el programa de control desarrollado sea cargado de forma directa, esta medida de seguridad evita que el puerto USB del computador se dañe ya que la tarjeta electrónica desarrollada exige más corriente de la que entrega.

Referencias

- [1] «Ocean Optics», HL-2000 Family, 2017. [En línea]. Available: <https://oceanoptics.com/product/hl-2000-family/>. [Último acceso: 12 Abril 2017], Insolab, «Fuente de luz de tungsteno halógena Modelo HL-2000», [En línea]. Available: <http://www.insolab.com.co/component/mijoshop/product/165-fuente-de-luz-de-tungsteno-halogeno-modelo-hl-2000>. [Último acceso: 20 marzo 2017]
- [2] H. Zajac, de Óptica, S.A. Apartado Postal 62361 Caracas 106, Venezuela. Apartado Aéreo 29696 Bogotá, Colombia. Apartado Postal 19-188 México 19 D.F, México. Apartado 4289 Panamá 5, Panamá. Fondo Educativo Interamericano, 2010.
- [3] O. Optics, «74-series Collimating Lenses», [En línea]. Available: <https://oceanoptics.com/product/collimating-lens-74-series/>. [Último acceso: 15 marzo 2017].
- [4] O. Optics, «Fibers y Probes», [En línea]. Available: info@OceanOptics.com. [Último acceso: 7 marzo 2017].
- [5] O. Ocean, «USB4000-UV-VIS», [En línea]. Available: <https://oceanoptics.com/product/usb4000-uv-vis-es/>. [Último acceso: 9 marzo 2017].
- [6] J. C. V. Ferreira, *Microcontroladores Motorola - Freescale: programación, familias y sus distintas aplicaciones en las industrias*. México: Alfaomega grupo editorial, S.A. de C.V., 2008.
- [7] T. Floyd, *Dispositivos electrónicos*. México: Pearson Education, 2008. FLEX-Chip Signal Processor (MC68175/D), Motorola, 1996.
- [8] Matlab, «MathWorks», 2017. [En línea]. Available: <https://es.mathworks.com/products/matlab/features.html>. [Último acceso: 10 abril 2017]. [8] FLEXChip Signal Processor (MC68175/D), Motorola, 1996
- [9] L. Llamas, «Ingeniería Informática y Diseño», [En línea]. Available: <https://www.luisllamas.es/arduino-transistor-mosfet/>. [Último acceso: 4 abril 2017].

Deducción de la ecuación de la densidad de corriente en un semiconductor homogéneo no degenerado, en función del tiempo de relajación τ_e para los electrones

Daniel Gonzalo Arboleda Avilés

Universidad Central del Ecuador
dgarboleda@uce.edu.ec

Recibido: 01 de septiembre / *Aprobado:* 30 de noviembre 2017

Resumen

Cuando se estudian los coeficientes cinéticos de los semiconductores, se observa que, en la mayoría de la bibliografía especializada en el tema, no existe un modelo matemático que represente a la densidad de corriente en función del tiempo de relajación para los electrones. Se han publicado varios *papers*, con datos obtenidos experimentalmente, pero no existe un desarrollo teórico al respecto.

Palabras clave: espacio de fases, densidad de corriente, función de distribución de desequilibrio, tiempo de relajación para los electrones.

Abstract

When the kinetic coefficients of semiconductors are studied, it is observed that there is not a mathematical model that represents the current density based on relaxation time for electrons. There are several published papers, with data obtained experimentally, but there is no theoretical development in this regard.

Keywords: phase space, current density, distribution function imbalance, relaxation time for electrons.

Introducción

La historia de los semiconductores se remonta a casi dos siglos atrás. Pero es a partir de 1948, fecha de aparición del transistor, cuando se inicia un acelerado desarrollo de la investigación de las propiedades físicas de los sólidos en general y de los semiconductores en particular.

Tal vez fue Faraday quien en 1833 hiciera la primera observación de importancia de lo que más tarde se conocería como semiconductores.

“Faraday observó que la resistividad eléctrica del sulfato de plata disminuye con el aumento de la temperatura” [1].

Este comportamiento es una de las principales características que diferencian a los semiconductores de los metales.

El estudio de los semiconductores ha llevado al descubrimiento de sus propiedades útiles y a una gran cantidad de aplicaciones prácticas. Este campo cambia tan rápidamente que lo que se diga hoy puede ser incorrecto mañana. Está claro que la investigación acerca de estos materiales nos podrá llevar a cosas nuevas e interesantes.

Densidad de corriente de los semiconductores

El presente trabajo se iniciará con la determinación de la densidad de corriente de un semiconductor homogéneo – no degenerado.

“Homogéneo porque contiene átomos donantes como aceptores. [2] [9]

No degenerado porque el nivel reducido de Fermi es menor que -1”:

[3].

$$\eta = \frac{F - Ec}{K_B * T} < -1$$

$\eta \equiv$ Nivel reducido de Fermi

$F \equiv$ Energía de Fermi

$Ec \equiv$ Energía en la banda

de conducción

$K_B \equiv$ Constante de Boltzman

$T \equiv$ Temperatura absoluta

Superficies isoenergéticas:

Los portadores de carga eléctrica en los metales y semiconductores son las cuasi partículas: los electrones en las bandas de conducción y los huecos en la banda de valencia. Por sus propiedades estas cuasi partículas difieren considerablemente de las partículas libres. Las propiedades dinámicas de las cuasi partículas vienen determinadas por la dependencia de su energía respecto de los vectores de onda (cuasi impulsos). Esta dependencia se conoce con el nombre de ley de dispersión.

Para todas las partículas libres la Ley de dispersión es estándar:

$$E(\vec{k}) = \frac{\hbar^2 * k^2}{2m}$$

Siendo m la masa de la partícula. A diferencia de ésta, la energía de la cuasi-partícula

$E\alpha_{s_z}(\vec{k})$ en el cristal, es una función periódica compuesta de un vector de onda.

Donde:

$\vec{k} \equiv$ vector de onda reducido

$S_z \equiv$ estado de espín

$\alpha \equiv$ resto de números cuánticos

que caracterizan el estado

monoeléctrico

En el espacio de los vectores de onda, la dependencia $E\alpha_{s_z}(\vec{k})$ puede representarse por medio de imágenes geométricas llamadas superficies isoenergéticas que unen los puntos del espacio \vec{k} a las cuales corresponde una misma energía.

Para una partícula libre las superficies isoenergéticas tienen siempre forma esférica.

Las superficies isoenergéticas de los electrones de la banda de conducción y de los huecos de la banda de valencia tienen forma muy compleja.

El cálculo teórico de estas superficies solo puede hacerse utilizando aproximaciones rústicas, incluso en la red cúbica simple de las superficies isoenergéticas solo son esferas en las proximidades del centro de la zona de Brillouin y en las proximidades de sus ocho vértices.

En las proximidades de los valores extremos $E\alpha_{s_z}(\vec{k})$ de dentro de la zona de Brillouin, es decir de los valores k_0 , donde $E\alpha_{s_z}(k_0)$ alcanza el valor mínimo o

máximo, las superficies isoenergéticas en el espacio \vec{k} son cerradas. En las inmediaciones de los puntos k_0 estas son elipsoides”. [4] (Davidov, 1981)

Supongamos que el semiconductor se encuentra en un campo eléctrico homogéneo constante cuya intensidad es ε : si se aplica al cristal un campo exterior (eléctrico, magnético, térmico) el movimiento de los portadores de carga en el cristal adquiere un carácter dirigido coordinado. Ahora la función de distribución es una función de desequilibrio, que depende de la energía de las partículas, de sus coordenadas y del tiempo:

$$f(\vec{r}, \vec{k}, t) \equiv \text{función de distribución de desequilibrio.}$$

Definiendo la concentración de electrones, es decir el número de electrones por unidad de volumen:

$\left[\frac{n}{\text{cm}^3}\right]$, en estado de desequilibrio se procede así:

- En el espacio de fase del cristal de **volumen unitario**, separamos el elemento de volumen.
- “El espacio de fase se define como un espacio cartesiano $2n -$ dimensional, formado por las coordenadas: $q_1, \dots, q_n; p_1, \dots, p_n$ ” [5] (Goldstein, 1979)
- Este se determina por el volumen de espacio ordinario:

$$d\tau_r = dx dy dz$$

- Y por el volumen del espacio de los cuasi-impulsos:

$$d\tau_p = \hbar^3 d\tau_k$$

Por lo tanto:

$$d\Gamma \triangleq d\tau_r * d\tau_p = d\tau_r \hbar^3 * d\tau_k = \hbar^3 d\tau_r * d\tau_k \quad (1)$$

En el elemento de volumen del espacio de fase existen $\frac{d\Gamma}{\hbar^3}$ células de fase, en cada una de las cuales pueden existir dos electrones con espines en direcciones opuestas.

Entonces, en el elemento de volumen del espacio de fases, existen:

$$2 * \frac{d\Gamma}{\hbar^3} \text{ Estados cuánticos.}$$

Si $f(\vec{r}, \vec{k}, t)$ es la probabilidad de que el electrón se encuentre en estos estados, el número de electrones en el elemento del espacio de fase en el instante “t” será:

$$n \equiv \text{probabilidad}$$

* número de casos posibles

Entonces:

$$dn = f(\mathbf{r}, \vec{k}, t) * 2 * \frac{d\Gamma}{h^3} \quad (2)$$

(1) en (2) y además: $\hbar = \frac{h}{2\pi}$:

$$dn = f(\mathbf{r}, \vec{k}, t) * \frac{d\tau_k}{4\pi^3} * d\tau_r \quad (3)$$

Integrando respecto del volumen de espacio ordinario: $d\tau_r$:

$$dn = f(\vec{k}) * \frac{d\tau_k}{4\pi^3} \quad (4)$$

Estos electrones que se mueven por acción del campo eléctrico a la velocidad crean la densidad elemental de corriente:

$$d\vec{j} \propto dn * \vec{v}$$

$$d\vec{j} = -e * dn * \vec{v} \quad (5)$$

(4) en (5):

$$d\vec{j} = -e * f(\vec{k}) * \frac{d\tau_k}{4\pi^3} * \vec{v} \quad (6)$$

Debido a que en el semiconductor existen dos tipos de carga, la densidad **total** de corriente está dada por:

$$\vec{J} = \vec{J}_n + \vec{J}_p, \text{ donde: } \begin{cases} \vec{J}_n \equiv \text{densidad de corriente} \\ \text{para los electrones} \\ \vec{J}_p \equiv \text{densidad de corriente} \\ \text{para los huecos} \end{cases}$$

$$\Rightarrow d\vec{j} = d\vec{j}_n + d\vec{j}_p \quad (7)$$

(6) en (7):

$$d\vec{j} = -e * f_n(\vec{k}) * \frac{d\tau_k}{4\pi^3} * \vec{v}_n + e * f_p(\vec{k}) * \frac{d\tau_k}{4\pi^3} * \vec{v}_p$$

Observación: por convención la carga para los huecos será (+) y la carga para los electrones será (-).

$$\text{Integrando: } \vec{J} = -\frac{e}{4\pi^3} \int_{(VB)} f_n(\vec{k}) * \vec{v}_n d\tau_k + \frac{e}{4\pi^3} \int_{(VB)} f_p(\vec{k}) * \vec{v}_p d\tau_k \quad (8)$$

Donde:

$\vec{V}_n \equiv$ velocidad de los electrones

$f_n \equiv$ función de distribución
de desequilibrio para los electrones

$\vec{V}_p \equiv$ velocidad de los huecos

$f_p \equiv$ función de distribución
de desequilibrio para los huecos

Observación: se debe integrar por toda la zona de Brillouin, porque se trata de una red cúbica y es suficiente examinar la variación entre los límites:

$$\left[-\frac{\pi \hbar}{a}, \frac{\pi \hbar}{a} \right]$$

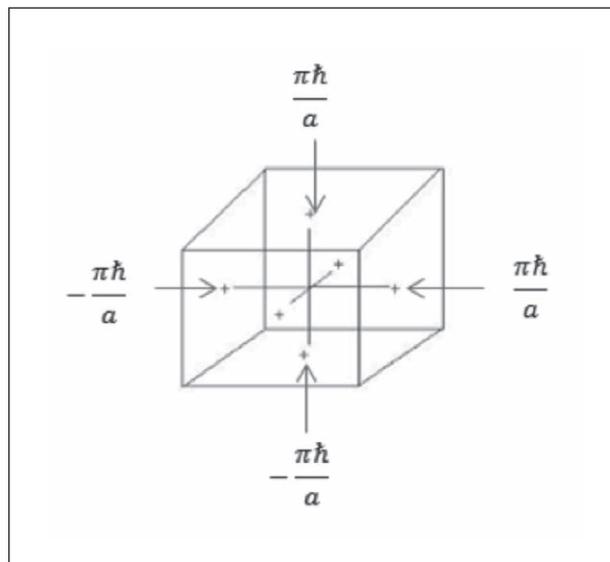


Figura 1. Red cúbica.

Donde: $a \equiv$ constante de la red. [6] (Ashcroft & Mermin, 1976)

Materiales y métodos

Función de distribución de desequilibrio

La función de distribución de desequilibrio, está dada por la función de distribución de equilibrio más una pequeña perturbación; es decir:

$$f(\vec{k}) = f_0(\vec{k}) + f_1(\vec{k}) \quad (9)$$

Donde:

$f_0(\vec{k}) \equiv$ función de distribución
en equilibrio

$f_1(\vec{k}) \equiv$ perturbación

(9) en (8):

$$J = -\frac{e}{4\pi^3} \int_{(V_B)} \vec{V}_n \left[f_0^{(n)}(\vec{k}) + f_1^{(n)}(\vec{k}) \right] d\tau_k + \frac{e}{4\pi^3} \int_{(V_B)} \vec{V}_p \left[f_0^{(p)}(\vec{k}) + f_1^{(p)}(\vec{k}) \right] d\tau_k.$$

Aplicando la propiedad distributiva para el producto y debido a que f_0 se encuentra en **equilibrio termodinámico**, entonces $J = 0$, para la integral que contiene f_0 y simplificando, se obtiene:

Ecuación cinética en la aproximación τ

Planteemos la ecuación cinética en la aproximación τ , la cual proviene de:

$$f(\vec{k}) = f_0(\vec{k}) + f_1(\vec{k}) \quad \therefore f_1(\vec{k}) = C * e^{-t/\tau}$$

$f_1(\vec{k}) \equiv$ perturbación

Esta perturbación puede ser escrita en forma exponencial.

Entonces:

$$f(\vec{k}) = f_0(\vec{k}) + C * e^{-t/\tau}$$

$$\frac{f - f_0}{C} = e^{-t/\tau}$$

$$\ln\left(\frac{f - f_0}{C}\right) = -\frac{t}{\tau}$$

$$\ln(f - f_0) = -\frac{t}{\tau} + \ln C$$

Diferenciando respecto a f en el miembro izquierdo y respecto a t en el derecho:

$$\frac{1}{f - f_0} * df = -\frac{1}{\tau} * dt$$

$$\frac{\partial f}{f - f_0} = -\frac{\partial t}{\tau}$$

$$\left. \frac{\partial f}{\partial t} = -\frac{f - f_0}{\tau} \right\} \equiv \text{ecuación cinética}$$

en la aproximación τ (11)

Resultados

Deducción de la ecuación de la densidad de corriente en función del tiempo de relajación para los electrones

“Debido a que la función de distribución de desequilibrio está cambiando, por causa de colisiones, es conveniente plantear la ecuación cinética en la aproximación τ , donde $1/\tau$ la tasa de colisiones de los electrones con los fonones”.

[6] (Ashcroft & Mermin, 1976)

(9) en (11) y simplificando:

$$\frac{\partial f}{\partial t} = -\frac{f - f_0}{\tau} \quad (12)$$

Ahora, está por determinarse $f_0(\vec{k})$:

Si sabemos que $f = f(\vec{r}, \vec{k}, t)$ y además, se ha dicho que el semiconductor es **homogéneo**, es decir: la función de distribución de equilibrio más la perturbación f_1 permanecen constantes con respecto a las coordenadas.

Por lo tanto:

$$\nabla_r f = 0 \quad (13)$$

También, se sabe que el electrón de energía:

$$E = \frac{\hbar^2 k^2}{2 m^*} \quad (14) \quad [8] \text{ (Pankove, 1971)}$$

Donde $m^* \equiv \text{masa efectiva}$, la cual puede ser diferente del valor de la masa del electrón en el vacío. El electrón se encuentra inmerso en un campo eléctrico exterior, sobre el cual actúa la fuerza:

$$\vec{F} = \hbar * \frac{d\vec{k}}{dt} = -e * \mathcal{E} \quad (15)$$

La ecuación (15) proviene de la ecuación semi-clásica del movimiento:

$$\begin{aligned} \vec{p} &= \hbar * \vec{k} \\ \frac{d}{dt} \vec{p} &= \hbar * \frac{d}{dt} \vec{k} \\ \vec{F} &= \hbar * \frac{d}{dt} \vec{k} \end{aligned}$$

Puesto que: $f = f(\vec{r}, \vec{k}, t)$

donde $E = E_k$

y $\nabla_r f = 0$,

Entonces f varía solamente con: la energía y el tiempo: $f = f(\vec{k}, t)$

Por lo tanto, la variación de la función de distribución, bajo la influencia del campo, se determinará por:

$$\left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)_{CAM} = \frac{\partial f_n}{\partial E} * \frac{\partial E}{\partial k} * \frac{\partial \vec{k}}{\partial t} \quad (16)$$

Observación: el subíndice n, indica que dicha variación es para los electrones.

De (15):

$$\frac{d\vec{k}}{dt} = -\frac{e\vec{\varepsilon}}{\hbar} \quad (17)$$

De (14):

$$E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m^*}$$

$$\frac{\partial E}{\partial k} = \frac{\hbar^2}{2m^*} * 2k$$

$$\frac{\partial E}{\partial k} = \frac{\hbar^2}{m^*} * \vec{k} \quad (18)$$

Sustituyendo (17) y (18) en (16):

$$\left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)_{CAM} = -\frac{e\hbar}{m^*} * \frac{\partial f_n}{\partial t} * (\vec{k} \cdot \varepsilon) \quad (19)$$

Para obtener $f_1^{(n)}(\vec{k})$ reemplazamos la ecuación (19) en (12):

$$f_1^{(n)}(\vec{k}) = \frac{\tau_{(\vec{k})} e \hbar}{m_n^*} * \frac{\partial f_n}{\partial t} * (\vec{k} \cdot \varepsilon) \quad (20)$$

Sustituyendo la ecuación (20) en (10), para el caso de los electrones:

$$\vec{J}_n = -\frac{e}{4\pi^3} * \int_{(VB)} \vec{V}_n \left[\frac{\tau_{(\vec{k})} e \hbar}{m_n^*} * \frac{\partial f_n}{\partial \varepsilon} * (\vec{k} \cdot \varepsilon) \right] d\tau_k \quad (21)$$

Pero, por la ecuación semiclásica de movimiento sabemos que:

$$\vec{p} = \hbar * \vec{k}$$

$$m^* \vec{v} = \hbar * \vec{k}$$

$$\vec{v} = \frac{\hbar * \vec{k}}{m^*} \quad (22)$$

(22) en (21):

$$\vec{J}_n = -\frac{e^2 \hbar^2}{4\pi^3 [m_n^*]^2} * \int_{(VB)} \tau_{e(\vec{k})} * \frac{\partial f_n}{\partial \varepsilon} * (\vec{k} \cdot \varepsilon) \vec{k} d\tau_k \quad (23)$$

Donde:

$$\tau_{e(\vec{k})} \equiv \text{Tiempo de relajación para los electrones}$$

Conclusiones

En la sección 2 se hace referencia a la clase de semiconductor sobre el cual tratará el estudio; es decir, el semiconductor debe ser homogéneo – no degenerado. Adicionalmente se consideran superficies iso-energéticas, las cuales para una partícula libre, tienen forma esférica.

En esta sección, también se hace referencia a la función de distribución de desequilibrio, la cual depende de la energía de la partícula, de sus coordenadas y del tiempo y se introduce la definición elemental de densidad de corriente.

La sección 3 empieza definiendo la función de distribución de desequilibrio y considera que la función de distribución de equilibrio es igual a cero por que se encuentra en equilibrio termodinámico por tanto se considera que, en este punto, la densidad de corriente equivale a cero.

La sección 4 está dedicada a deducir la ecuación cinética en la aproximación τ , la cual proviene de la función de distribución de equilibrio más una perturbación...

Finalmente la sección 5, se inicia con la deducción de la ecuación de la densidad de corriente para los electrones en función del tiempo de relajación, introduciendo en esta sección una definición muy escueta de masa efectiva del electrón y además se introduce la ecuación semi-clásica del momento lineal.

Referencias

- [1] Bemsky, G. (1980). *Semiconductores*. Caracas: OEA.
- [2] Espejo - López. O. L. (2004) Corriente eléctrica de portadores calientes en semiconductores intrínsecos : desequilibrio en concentración . Revista Mexicana de física, p. 620.
- [3] Shalíмова. (1975). *Física de los semiconductores*. Moscú: Mir.
- [4] Davidov, A. (1981). *Teoría del sólido*. Moscú: Mir.
- [5] Goldstein, H. (1979). *Mecánica clásica*. Madrid: Addison - Wesley.
- [6] Mermin (1976). Conductividad eléctrica de un metal. Física del Estado (págs. 7 - 11) New York: Hdt, Rinehart and Winston.
- [7] Selby, S. (1965). Standard mathematical tables. Cleveland: The Chemical rubber Co.
- [8] Pankove. (1971). *Optical processes in semiconductors*. New York: Dover Publications, Inc.
- [9] Athmane Tadjine, 1 Y. M. (30 junio 2016) APS Physics Obtenido de [http:// journals.aps.org/prb/abstract/10.1103/PhysRevB.95.235437](http://journals.aps.org/prb/abstract/10.1103/PhysRevB.95.235437)

Caracterización hidrodinámica del acuífero Pusuquí-San Antonio de Pichincha

Sandra Prócel

Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Geología y Petróleos
sandra.procelg@epn.edu.ec

Renán Cornejo

Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Geología y Petróleos
renan.cornejo@epn.edu.ec

Recibido: 01 de septiembre / *Aprobado:* 30 de noviembre 2017

Resumen

El uso y aprovechamiento del acuífero Pusuquí-San Antonio de Pichincha ejerce influencia sobre la recarga y la calidad del agua, por lo que es importante caracterizarlo, teniendo en cuenta que los acuíferos volcano-sedimentarios presentan alta complejidad por su geología, anisotropía y heterogeneidad. Durante las últimas décadas, el acuífero de Quito ha sido estudiado y monitoreado de manera continua, enfatizándose principalmente en el análisis de una posible continuidad hidráulica en los sectores de Pusuquí, Pomasqui y San Antonio de Pichincha. El objetivo de este estudio fue caracterizar el comportamiento y funcionamiento del acuífero Pusuquí-San Antonio de Pichincha, mediante el reconocimiento de las características hidrológicas, hidrogeológicas e hidroquímicas dominantes en el flujo subterráneo. La caracterización hidrodinámica identificó físicamente al acuífero, y determinó el modelo conceptual preliminar, para lo que se recurrió a investigaciones como: perforaciones, sondeos eléctricos verticales y campañas de monitoreo piezométrico y químico, con el fin de correlacionar los estratos, litologías y propiedades hidráulicas del sector con los determinados en el acuífero de Quito por Muñoz (2005). Así también se realizó el análisis de calidad del agua, con el objetivo de la captación del recurso para el consumo humano y doméstico.

Palabras clave: acuífero Pusuquí-San Antonio, flujo hidrodinámico, aguas subterráneas.

Abstract

The use and exploitation of the Pusuquí-San Antonio de Pichincha aquifer exerts influence on the recharge and water quality, so it is important to characterize it, taking into account that the volcano-sedimentary aquifers present high complexity due to their geology, anisotropy and heterogeneity. During the last decades, the aquifer of Quito has been studied and monitored continuously, emphasizing mainly in the analysis of a possible hydraulic continuity in the Pusuquí, Pomasqui and San Antonio de Pichincha sectors. The objective of this study was to characterize the behavior and functioning of the Pusuquí-San Antonio de Pichincha aquifer, by recognizing the hydrological, hydrogeological and hydrochemical characteristics dominant in the underground flow. The hydrodynamic characterization physically identified the aquifer, and determined the preliminary conceptual model, for which research was used such as: drilling, vertical electric soundings and piezometric and chemical monitoring campaigns, in order to correlate the strata, lithologies and hydraulic properties of the aquifer sector with those determined in the Quito aquifer by Muñoz (2005). Likewise, the water quality analysis was carried out, with the objective of capturing the resource for human and domestic consumption.

Keywords: Pusuquí-San Antonio aquifer, hydrodynamic flow, groundwater.

Introducción

El desarrollo urbano e industrial de los sectores de Pusuquí, Pomasqui y San Antonio de Pichincha, conduce a un incremento de la demanda del recurso hídrico, el que actualmente es abastecido en un 85% por fuentes subterráneas ubicadas en el sector El Condado (Acuífero Norte de Quito) y el 25% restante por pozos y escasas vertientes de la zona (Departamento Acuífero de Quito, DAQ, 2004).

Tomando en cuenta que el abastecimiento actual está ligado a los pozos ubicados al Noroccidente de la ciudad y a la red de distribución de la EPMAPS (Unidad de mantenimiento electromecánico de distribución UMED, 2003), existió la necesidad de conocer, cuantificar y gestionar los recursos hídricos locales, que permitan satisfacer en el futuro, las necesidades de la población de esa zona.

Por lo expuesto, resultó imprescindible la ejecución de investigaciones y estudios de los acuíferos como posibles fuentes de suministro de agua y de esta manera aprovechar el recurso subterráneo. Bajo estas consideraciones, la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (EPMAPS), a través del Departamento Acuífero de Quito y la Escuela Politécnica Nacional, decidieron auspiciar el presente proyecto de investigación como una continuación del “Estudio Hidrogeológico y Modelación del nivel principal del Acuífero Centro Norte de Quito” (Muñoz, 2005), para llegar al conocimiento de las características hidrogeológicas del acuífero Pusuquí-San Antonio de Pichincha por considerarlo como una posible fuente complementaria de abastecimiento de agua potable para dicho sector.

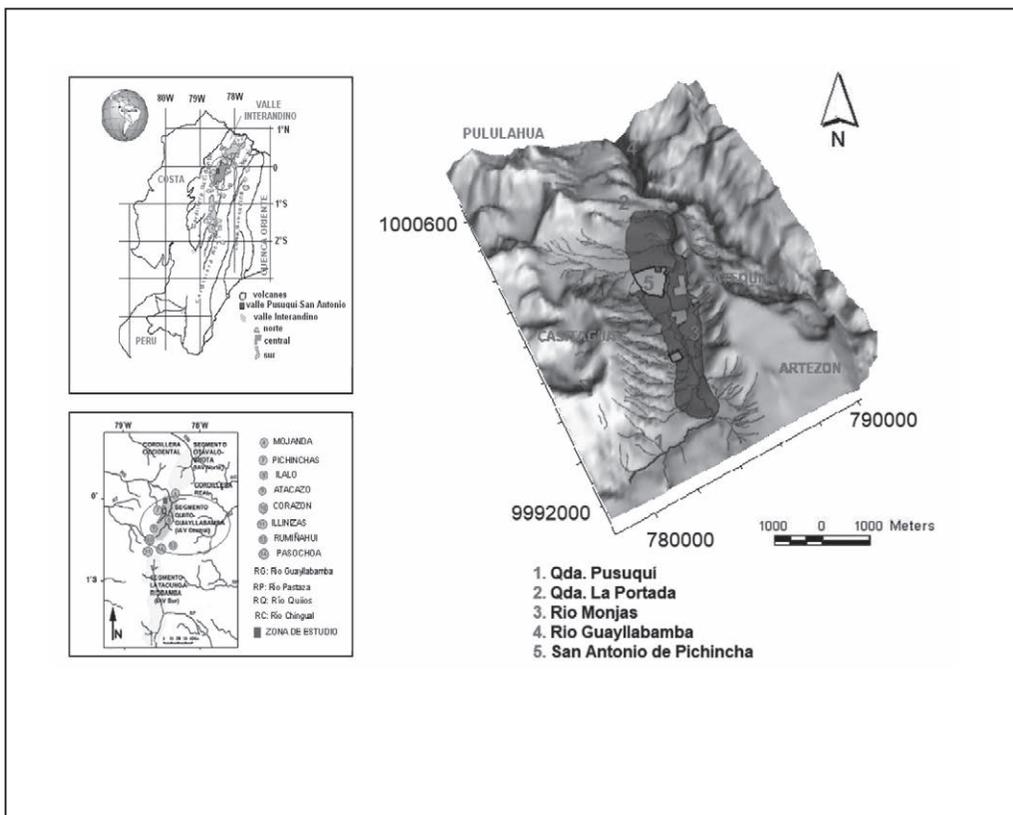
Área de estudio

El área de estudio se localiza en la serranía ecuatoriana en el segmento correspondiente al valle Interandino Central (Quito-Guayllabamba). Comprende las localidades de Pusuquí, Pomasqui y San Antonio de Pichincha, entre las coordenadas 9992000 y 1000600 de latitud Sur y 780000-790000 de longitud Oeste.

Abarca un área total de 22 km², con una longitud de aproximadamente 11 km y un ancho promedio de 2 km; se extiende desde la quebrada Pusuquí al Sur hasta la quebrada La Portada al Norte (figura 1b).

La principal vía de acceso es la avenida Manuel Córdova Galarza, que constituye el enlace de la ciudad de Quito con las poblaciones de Pusuquí, Pomasqui, San Antonio de Pichincha y hacia el Occidente con Calacalí. De esta carretera se derivan varios caminos lastrados que conectan a la población de San Antonio con la de Tanlahua, en sentido Nor-Noreste. Así también existen caminos secundarios y senderos que recorren los flancos del Casitagua y Catequilla, lo que permite tener facilidades de acceso a la zona de estudio.

El área de estudio está definida por la presencia de dos grupos de elevaciones ubicadas sub-parallelamente. Al Occidente la cadena montañosa está formada de Sur a Norte por el Casitagua (3.519 msnm; constituye la elevación de mayor altura en la zona de estudio), el Tilingón (3.057 msnm), San Rafael (3.135 msnm) y Padre Rumi (3.255 msnm). Estas elevaciones mantienen un rumbo aproximado Norte-Sur, que varía a una dirección Nor-noreste al Noroccidente, donde se encuentra el complejo volcánico Pululahua. Al Este la cadena montañosa está constituida de Sur a Norte por la meseta El Artesón (2.838 msnm), seguida por una pequeña cordillera compuesta por las lomas: Velasco Carcelén, Catequilla (2.633 msnm) y termina con la loma La Providencia (2.320 msnm). Esta cadena montañosa tiene un rumbo aproximado Norte-Sur y es la responsable del aislamiento del valle de Pusuquí-San Antonio con respecto al valle de Guayllabamba. En la zona de estudio, la mayor altura llega a los 2.600 msnm en la quebrada Pusuquí y la menor es de 2.200 msnm en la quebrada La Portada (figura 1a y 1b).



En lo que respecta al clima, este corresponde al ecuatorial mesotérmico semiárido temperado (Pourrut, 1995), con mayores precipitaciones en los meses de marzo y abril (71,7 mm; 59,6 mm), en contraste con los meses de julio y agosto, donde alcanza un valor mínimo de 1,5 mm. Las temperaturas promedio están en los 16°C, (INAMHI, Estación San Antonio de Pichincha), teniendo como valores máximos y mínimos medios de 17,6°C y 14,5°C, respectivamente (figura 2).

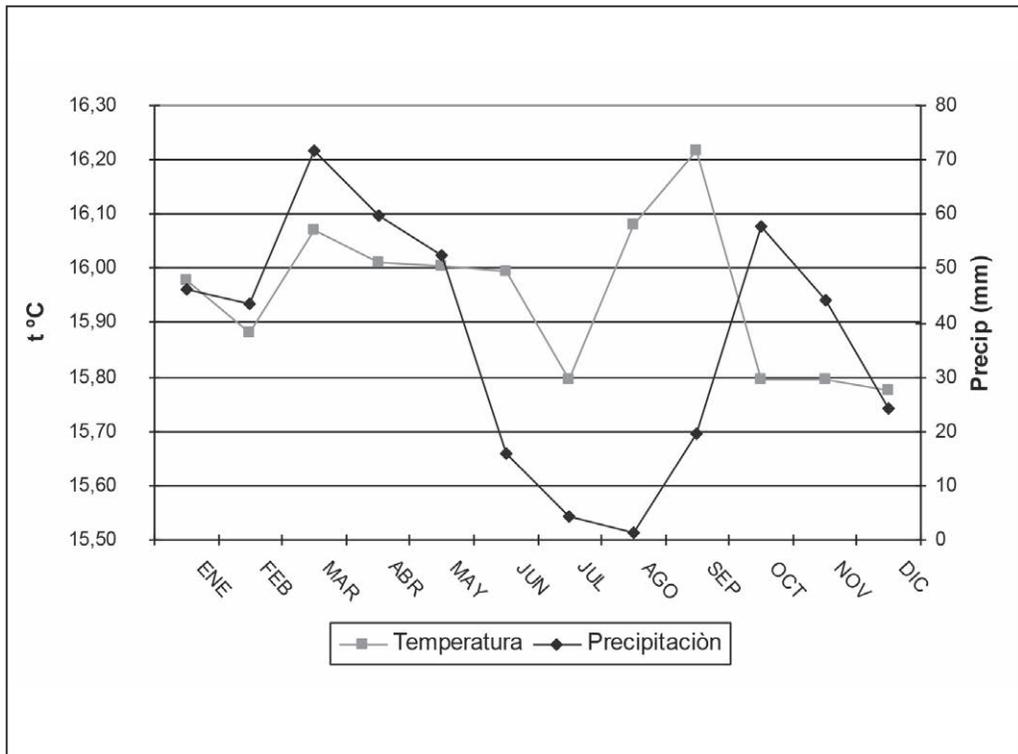


Figura 2. Relación de la precipitación y la temperatura en la zona de estudio.

El drenaje principal constituye el río Monjas-San Antonio, que la atraviesa longitudinalmente en dirección norte-noreste. A este río confluyen aproximadamente 25 quebradas que permanecen secas la mayor parte de tiempo, especialmente las situadas en la parte central de la cuenca. El río Monjas-San Antonio, se origina en las estribaciones del volcán Rucu Pichincha, los caudales registrados en un período de cuatro años (2002-2005) desde la estación El Colegio hasta la estación San Antonio de Pichincha (Unidad Ejecutora de Proyectos e Hidrología de la EPMAPS) oscilan entre 1,1 m³/s, en época de sequía hasta 1,7 m³/s en época de sequía moderada a baja, sin llegar a lluviosa (figura 3).

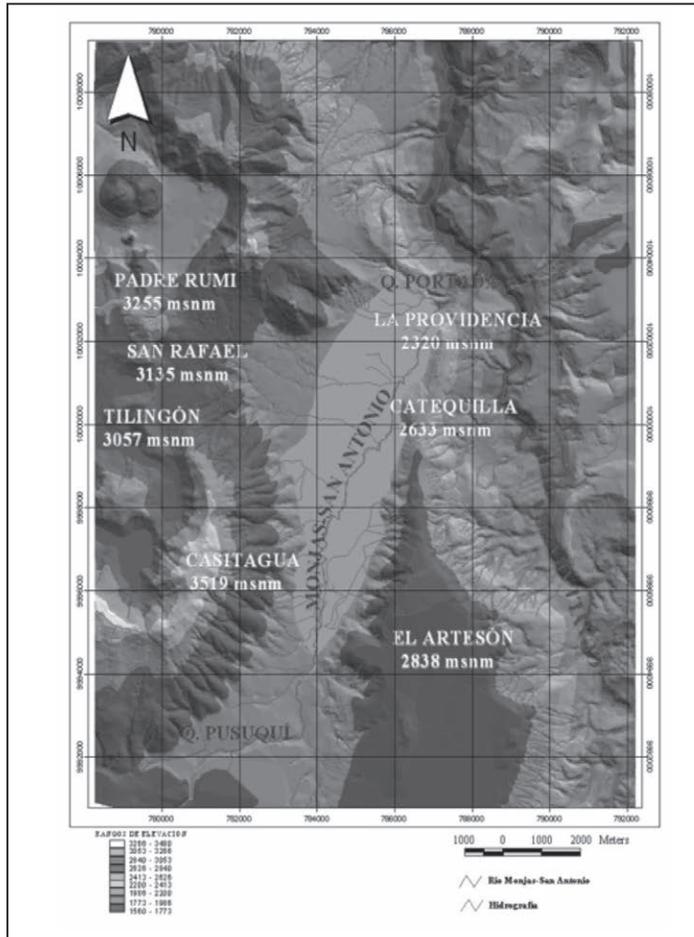


Figura 3. Drenaje de la zona de estudio.

Métodología

El presente trabajo fue la continuación del estudio de la Modelación del nivel principal del acuífero Centro-Norte de Quito (Muñoz, 2005) y comprendió la ejecución del modelo hidrodinámico del acuífero Pusuquí-San Antonio de Pichincha, usando la información hidrometeorológica, geológica, hidrogeológica y química disponible para el área de estudio.

La información bibliográfica y cartográfica publicada en mapas topográficos (1:25.000), geológicos (1:25.000) y proyectos de titulación de Andrade (2002), Villagómez (2003) y Muñoz (2005) fue recopilada, analizada y digitalizada en una misma escala (1:25.000). Se interpretaron fotografías aéreas (escala 1:60.000) y se efectuaron levantamientos estratigráficos de campo, inventarios de fuentes hídricas, campañas de monitoreo químico y medición de niveles piezométricos.

Los datos hidrológicos que se utilizaron están registrados en cuatro estaciones meteorológicas (Cotocollao, El Condado, Calderón y San Antonio de Pichincha). Los registros de estas estaciones fueron homogenizados en el rango de 17 años (1980-1997), para obtener los valores de precipitaciones medias anuales para cada estación. Cabe resaltar que la estación San Antonio de Pichincha, fue tomada como referencia para dicha homogenización. La precipitación media multianual fue determinada mediante una regresión lineal que compara este parámetro con la altura, con lo que se obtuvo el mapa de isoyetas. El mismo análisis fue realizado para los valores de temperatura y la obtención del mapa de isotermas.

Para la estimación del balance medio mensual preliminar en la zona de estudio, se aplicó el método establecido por Thornthwaite determinado en 1948. Este método (basado en ecuaciones empíricas) calcula evapotranspiración potencial mediante la ecuación:

$$E_m = 16(10 \frac{T}{I})^a$$

Donde: E_m es la evapotranspiración potencial mensual en mm; para un mes ficticio de 30 días y una insolación teórica durante 12 de las 24 horas del día; T la temperatura media mensual, expresada en °C; I el índice calórico anual, obtenido de la suma de índices mensuales (i) y se expresa con la ecuación:

$$I = \sum_1^{12} i$$

$$i = (\frac{T}{5})^{1.514}$$

$$a = 675 \times 10^{-9} I^3 - 771 \times 10^{-7} I^2 + 1972 \times 10^{-5} I + 0.49239$$

En coordenadas logarítmicas, las curvas representativas de la ecuación de la evapotranspiración potencial, son rectas correspondientes a lugares y climas diferentes.

La información estratigráfica, provino de los trabajos realizados por Andrade (2002), Villagómez (2003) y Muñoz (2005), así como de los registros litológicos de las perforaciones de los pozos de explotación construidos entre 1978-2005 por la EPMAPS y empresas consultoras (Agroperforadora, Hidroperforadora, Serviagua, Captagua y Asubsa). Esta información se complementó con columnas estratigráfi-

cas, investigaciones geofísicas, perforaciones de exploración con recuperación de testigos y ensayos puntuales de infiltración. Estas investigaciones, permitieron redefinir la estratigrafía de la zona de estudio, e integrar el modelo conceptual.

En lo que respecta a la información hidrogeológica, esta procedió de los registros y cálculos realizados para nueve pozos de explotación, a pesar de que las pruebas de bombeo no determinaron el nivel acuífero captado. Por esta razón se recurrió a redefinir los parámetros hidrogeológicos por varios métodos, con el fin de compararlos con la litología y utilizar los más certeros.

Los datos hidrogeoquímicos provinieron de los análisis a diez muestras de agua, tomadas a lo largo del acuífero en estudio; se recogieron muestras de cuatro pozos y seis vertientes, en cuatro campañas de monitoreo químico, realizadas entre el 2004 al 2007. El proceso estuvo a cargo del Laboratorio de Control y Calidad de la EP-MAPS. Las muestras se sometieron a dos análisis: microbiológico y fisicoquímico. Con el primero se determinó si el agua fue contaminada por bacterias, microorganismos o heces fecales, mientras que con el segundo, se establecieron los aspectos físicos como: aspecto, color, material sedimentario, partículas en suspensión y sustancias dañinas para la salud; a más de los aniones y cationes más frecuentes (Ca, Mg, Na, K, Al, Fe, Mn, Zn).

En el campo se efectuaron las determinaciones de: conductividad eléctrica, potencial hidrógeno y sólidos disueltos, mientras que en el laboratorio se determinó: alcalinidad total, bicarbonatos, calcio, cloruros, color, dureza, magnesio, nitritos, nitratos, oxígeno disuelto, sulfatos, turbiedad, sílice, coliformes totales, carbono orgánico total, aluminio, arsénico, hierro, manganeso, potasio, sodio, zinc. Debido a que los valores de las sustancias contenidas en el agua, son normadas se comparó los resultados de los análisis de las cuatro campañas, con los límites máximos permisibles establecidos en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS, publicado en el Registro Oficial del 31 de marzo del 2003), para aguas de consumo humano y doméstico que solo requieren desinfección para su potabilización.

Para los análisis de las campañas del 2006 y 2007, se comparó los límites establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1108, publicada en el Registro Oficial No 231 del 17 de marzo del 2006), instaurada para aguas de consumo humano y doméstico en los sistemas de abastecimiento público y privado a través de redes de distribución y tanqueros.

Cabe mencionar que los resultados de las campañas 2004, 2006 y 2007, estuvieron incompletos, por lo que los resultados obtenidos, sirvieron para comparar las sustancias reportadas con los límites admisibles para cada una de ellas.

Los diagramas hidroquímicos, se vieron limitados a los resultados del muestreo de la campaña del 2005. Se obtuvieron los resultados de cuatro pozos y seis vertientes. Se plotearon los resultados de los análisis, usando el programa Aquachem 4.0, con lo que se estableció la clasificación hidrogeoquímica del agua, a la que posteriormente se la comparó con la clasificación realizada para el proyecto Acuífero de Quito, para determinar semejanzas y diferencias.

Resultados y discusiones

Hidrometeorología

En el área de estudio los parámetros hidrometeorológicos muestran un déficit de infiltración. La evapotranspiración de 572.43 mm corresponde al 97.8% de la precipitación media mensual en el período de 17 años; el escurrimiento superficial tiende a cero, consecuentemente, un 2.2% corresponde al aporte a la infiltración (tabla 1). Cabe resaltar que el escurrimiento superficial, no se estimó por mediciones de lluvias y crecidas simultáneas, debido a la falta de información de la intensidad de las precipitaciones y duración de las mismas, por lo que se estimó el porcentaje a partir del balance hídrico mensual considerando el déficit de la lluvia y los excedentes (agua que no puede ser retenida en el suelo y que se escapa a la escorrentía superficial o subterránea) mes a mes.

Debido a que la evapotranspiración real es muy alta (97.8% de la precipitación) se verificó el método de cálculo utilizado en el balance medio mensual. Se realizó un análisis de sensibilidad para la evapotranspiración calculada por el método de Thornthwaite, modificando inicialmente la temperatura en un $\pm 10\%$. En ese análisis se modificó la precipitación en $\pm 10\%$ en el mismo modelo numérico. El porcentaje (10%) corresponde al común utilizado en las variaciones de periodos secos a lluviosos (Departamento Acuífero de Quito, comunicación personal).

Tabla 1. Parámetros hidrometeorológicos en el área de estudio

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
ETP	69.63	62.26	70.38	67.62	69.63	67.62	68.14	70.38	69.08	68.14	66.18	68.14	817.2
P	50.25	55	83.36	90.83	57.29	21.29	9.85	12.19	39.45	72.99	55.2	37.72	585.4
P-ETP	-19.4	-7.26	12.98	23.21	-12.3	-46.3	-58.3	-58.2	-29.6	4.85	-11	-30.4	-232
Delta R	0	0	12.98	23.21	-12.3	-10.9	0	0	0	4.85	-4.85	0	
R	0	0	12.98	23.2	10.86	0	0	0	0	4.85	0	0	
ETR	50.25	55	70.38	67.62	69.63	32.15	9.85	12.19	39.45	68.14	60.05	37.72	572.4
Def	19.38	7.26	0	0	0	35.47	58.29	58.19	29.63	0	6.12	30.42	244.8
Exc	0	0	0	12.99	0	0	0	0	0	0	0	0	12.99
Q (mm)	0	0	0	6.49	3.25	1.62	0	0	0	0	0	0	
Q (m³/s)	0	0	0	0.06	0.03	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01

ETP: Evapotranspiración potencial de Thornthwaite (mm)

P: Precipitación media, calculada para la zona de infiltración directa.

R: reserva máxima disponible, remanente de agua existente en el suelo, escurrimiento superficial

ETR: Evapotranspiración real (mm)

Def: Déficit de agua

Exc: Exceso de agua

Q: Caudal escurrido

Como resultado, los porcentajes de evapotranspiración, escorrentía e infiltración no variaron significativamente, con relación a los valores obtenidos (tabla 1); se obtuvo rangos de porcentaje de evapotranspiración que oscilan entre 99,1-95,3% de la precipitación para la zona de estudio (tabla 2).

Tabla 2. Porcentajes de evapotranspiración, escorrentía, infiltración para el análisis de sensibilidad del método numérico aplicado

Parámetro	Cond.Iniciales	Temperatura aumentada en un 10%	Temperatura disminuida en un 10%	Precipitación aumentada en un 10%	Precipitación disminuida en un 10%
Evapotranspiración	97.8	98.80%	96.10%	95.30%	99.10%
Escorrentía	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Infiltración	2.20%	1.20%	3.90%	4.70%	0.90%

La tabla 2 corrobora el buen manejo del método matemático de cálculo utilizado para la determinación de la evapotranspiración real. Sin embargo, por la alta tasa de evapotranspiración obtenida (tabla 1), se recurrió a analizar los parámetros que intervienen en la infiltración natural, la que está influenciada por dos tipos de condiciones: la precipitación, que en el caso del valle Pusuquí-San Antonio es baja y la textura y estructura del suelo, lo que determina la capacidad de campo del mismo.

Debido a la baja capacidad de campo y al índice de infiltración, la mayor parte del agua infiltrada no se queda retenida en el suelo, por lo que se puede asumir que no aporta mayormente a la evapotranspiración, de tal forma que la evapotranspiración real calculada por el método de Thornthwaite puede no ajustarse a las condiciones reales, ya que este método tiene limitaciones en el cálculo; estas se deben a que: i) el período de tiempo estimado para el cálculo de los excedentes (un mes) es muy largo para este caso, ya que la capacidad de campo del suelo es baja; e ii) los métodos de cálculo (métodos matemáticos, en el método de Thornthwaite) utilizados, manejan fórmulas con mayor validez en las zonas geográficas donde fueron extraídas, pudiendo proporcionar mayores errores en otras regiones, dependiendo de la diferencia de las características climatológicas entre el área analizada y el área que se tomó como estándar para la aplicación del método. Estos errores son corregidos con mediciones de campo de la evapotranspiración y correcciones numéricas, que no se realizaron en este trabajo.

Balance hídrico

El balance hídrico, consideró los ingresos y salidas de agua en la zona de estudio. Los ingresos se cuantificaron tomando en cuenta la infiltración directa debido a la precipitación, la presencia de volcanosedimentos que favorecen a la infiltración y la percolación de las aguas provenientes de las lluvias hacia los principales niveles acuíferos. Se estimó la infiltración directa en 283.343 m³/año; evaluada a partir del 2.2% de la precipitación media multianual (tabla 3), para el área de la zona de acumulación (22 km²). Escurrimiento subterráneo proveniente del acuífero del Centro-Norte de Quito, estimado en 17.699.545 m³/año (basado en caudales de explotación de pozos y vertientes, así como del caudal de acumulación del acuífero Centro Norte de Quito; Muñoz, 2005); éste se registra como descarga de dicho acuífero y constituye la recarga al acuífero Pusuquí-San Antonio de Pichincha (tabla 3). Tomando en cuenta las recargas expuestas, se determinó un ingreso de 570 l/s (tabla 3).

En las pérdidas totales del acuífero se consideraron los caudales que resultan de vertientes (basado en los aforos y estimaciones de caudales en el campo) y pozos bombeados, además del drenaje natural, con lo que se obtuvo 548 l/s (tabla 2).

La tabla 3 compara el caudal de recarga o ingreso estimado al acuífero y el caudal de descarga o pérdidas. La diferencia entre estos caudales estaría en un porcentaje de error del 6.3%, este valor es bajo dentro del rango de error de la incertidumbre que resulta de las limitaciones de los datos. Tomando en cuenta que para la determinación del balance medio mensual, se estimaron valores medios anuales, considerando que a largo plazo, el acuífero tiene almacenamiento prácticamente constante debido a que las recargas en los años lluviosos, se equiparan con las recargas menores en los años secos.

Tabla 3. Balance hídrico en el área de estudio

<i>1.1.- Recarga directa en la planicie o zona de acumulación</i>		
% de infiltración en la zona directa o de acumulación.	2,2	
Precipitación media multianual o infiltración directa (mm)	585,42	
área de infiltración directa (km ²)	22,00	
área de infiltración directa (m ²)	22000000	
Recarga 1.1 (m ³ /año)	283.343,28	8.98 L/s
<i>1.2.- Recarga acuífero de Quito</i>		
Descarga del acuífero de Quito, tomado de Muñoz (2005) en (m ³ /año)	17.699.545,00	561,25 (L/s)
Recarga al acuífero Pusuquí-San Antonio (m ³ /año)	17.699.545,00	570,23 (L/s)
Total Volumen de Recarga (1.1 + 1.2) (m ³ /año)	17.982.888,28	

<i>2.- Datos de Descarga: Volúmenes de Extracción (Pozos y Vertientes)</i>		
<i>2.1 Pozos</i>		
Pozos de operación, a cargo de la EMAAP-Q (L/s)	26	
Pozos privados (L/s)	49,07	
Suma de caudales de pozos privados y a cargo de la EPMAPS (L/s)	75,06	
<i>2.2 Vertientes</i>		
Pusuquí, Pailluco (L/s)	14,00	
Vertientes estimadas: Hacienda Oasis1 y 2 (L/s)	6,00	
VSAP.1 Deslizamiento; VSAP.2 Deslizamiento; VSAP.3 Deslizamiento (galería); VSAP.4 Monjas frente piscinas; VSAP.5. Entrada hacienda. (L/s)	16,00	
Drenaje natural; caudal de acumulación (L/s)	512	
Total Volumen de Descarga (L/s)	548	
<i>3.- Balance Hídrico Acuífero</i>		
Total Volumen de Recarga (m ³ /año)	17.982.888.28	0.57 m ³ /s
Total Volumen de Extracción (m ³ /año)	17.281.172.80	0.54 m ³ /s
Diferencia entre la recarga y la descarga (m ³ /s)	0.03	m ³ /s

Modelo de circulación de las aguas subterráneas

En el área de estudio, el acuífero, se caracteriza por tener una configuración alargada (aproximadamente 11 km) y estrecha, con un ancho de aproximadamente 2 km. Está contenido en el relleno volcanosedimentario de la subcuenca del mismo nombre, en la que se diferenciaron tres formaciones geológicas:

Depósitos Casitagua, los que se encuentran a partir de los 100 m de profundidad, su espesor es desconocido ya que ninguna perforación alcanzó la base de estos depósitos. De acuerdo a las perforaciones exploratorias Pusuquí y Valle San Antonio de Pichincha (Vsap-1), corresponden a material variado, con secuencias de limos arenosos, arenas limosas; gravas, bloques andesíticos, flujos de lava (figura 4). El tercer nivel acuífero podría encontrarse en esta formación, a partir de los 120 m, su espesor es desconocido, ya que la perforación con mayor profundidad (Vsap-1) no logró llegar hasta la base de los depósitos Casitagua. A los 120 m se observó (perforación Vsap-1) un flujo de lava andesítica, muy fracturada de aproximadamente 10 m de espesor; sin embargo, ninguna perforación caracterizó a este nivel, sus parámetros y espesor son desconocidos.

Formación Cangahua: con un espesor promedio de 70 m, corresponde a limos arenosos y arenas limosas intercaladas por lapilli de pómez y cenizas finas (figura 4), además de lentes de arena, grava y bloques de composición andesítica que se encuentran entre los 80-95 m de profundidad. En esta formación se encuentra el segundo

nivel acuífero. Las perforaciones de exploración y explotación además de los sondeos eléctricos verticales, reportaron lentes de arena, grava y bloques de composición andesítica con resistividades de 17 a 44 ohmios-metro. Este nivel se encuentra entre los 75 y 100 m de profundidad y se halla sobreyacido por una capa semiconfinante que corresponde a limos arenosos de aproximadamente cinco metros de espesor (figura 4).

Depósitos y flujos Pulahua: con un espesor variable entre 60 y 70 m. Son estratos constituidos de limos arenosos, arenas limosas, arenas medias y gruesas con intercalaciones de lapilli de pómez (figura 4). Se distribuyen en toda la zona de estudio, haciéndose más potente a partir de la quebrada Colorada, con un espesor promedio de 100 m (figura 4). A los 40 m de profundidad, se encuentran arenas gruesas y medias con intercalaciones de lapilli de pómez, con resistividades de 18 a 72 ohmios-metro (figura 4). Estos volcanosedimentos componen el nivel acuífero superior con un espesor promedio de 30 m.

A pesar de la variedad litológica, discontinuidades en la estratificación y acuñamientos presentes en el área de estudio, se consideró al acuífero Pusuquí-San Antonio como multicapa, con un espesor que supera los 210 m (profundidad de la perforación exploratoria Vsap-1), compuesto por dos niveles acuíferos, constituidos en distintas capas, depósitos y formaciones que están interrelacionados hidráulicamente (figuras 5a y 5b).

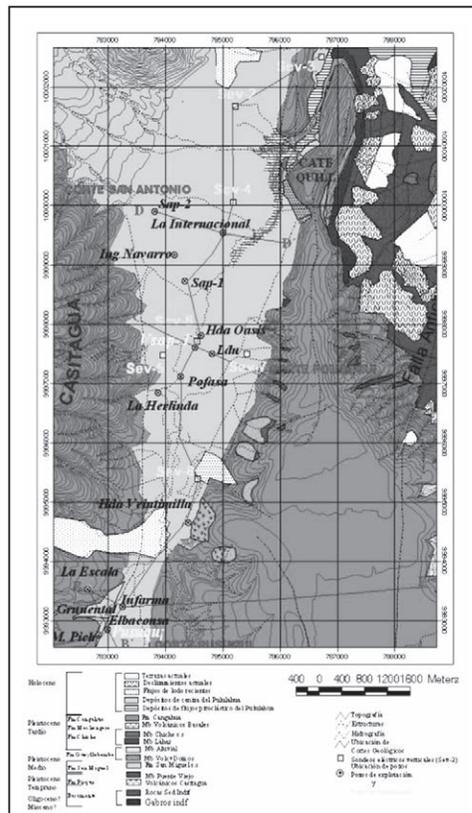


Figura 4. Geología del área de estudio.

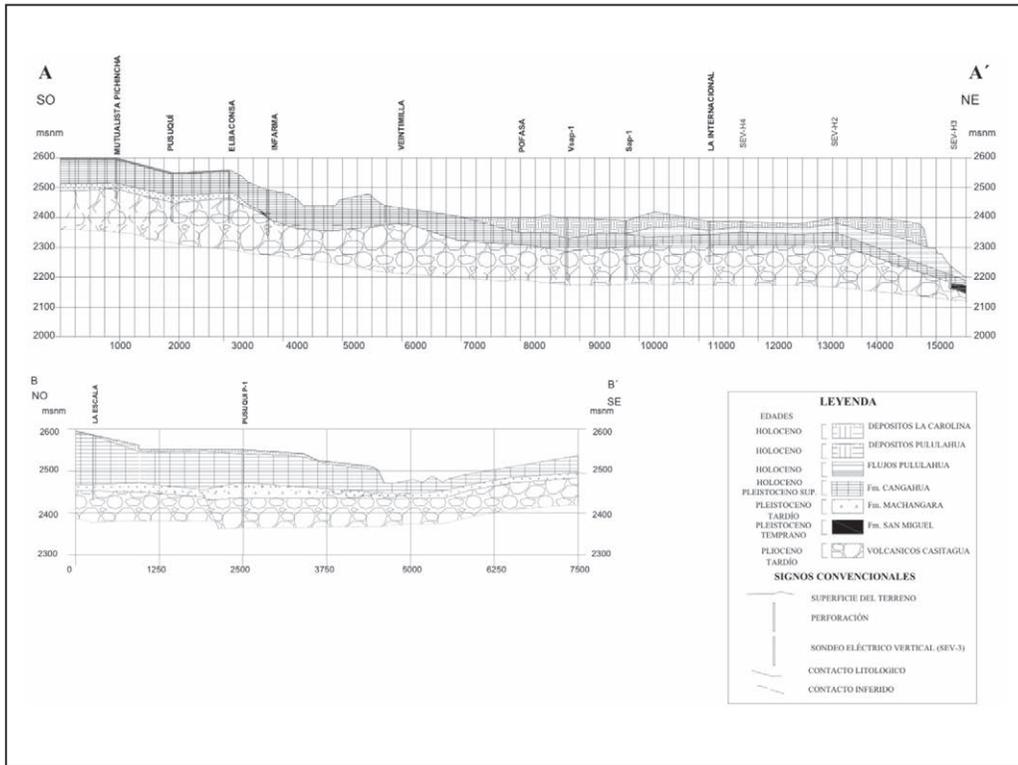


Figura 5a. Secciones hidrogeológicas del área de estudio.

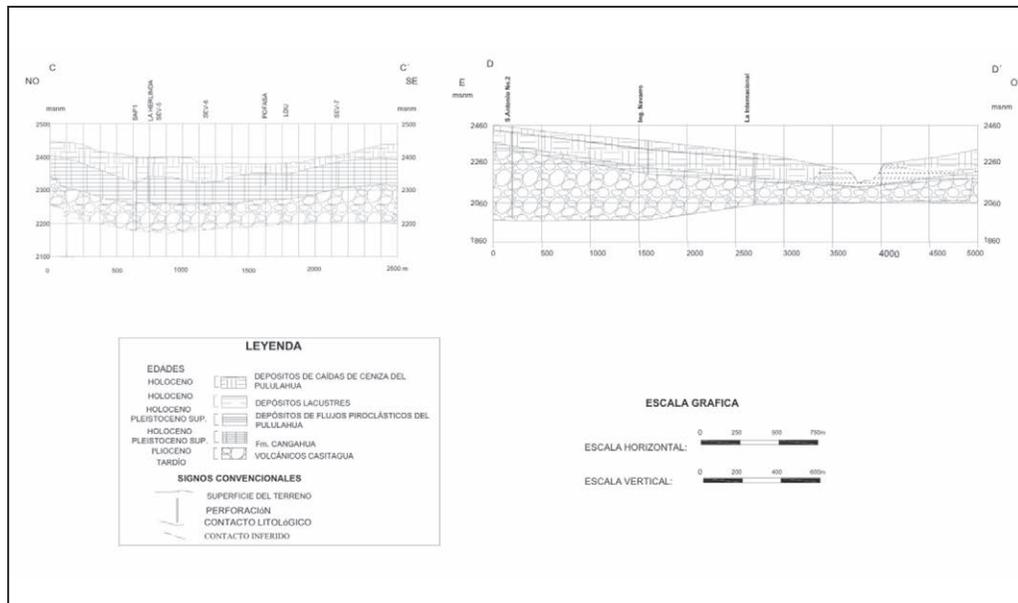


Figura 5b. Secciones hidrogeológicas del área de estudio.

Es importante destacar que en el área de estudio, se evidenció además un acuífero colgado, ubicado en los depósitos lacustres localizados en el sector de San Antonio de Pichincha, en las piscinas municipales (figura 5a y 5b). Entre los depósitos de conductividad hidráulica aproximada de 1.7 m/día, se encuentra un estrato de menor conductividad hidráulica, compuesto de cenizas, limos y principalmente turba (0,001-0,07 m/día; De Miguel Fernández, 1999); en él se encuentran las vertientes VSAP-1, VSAP-2, VSAP-3, VSAP-4, VSAP-5 (figuras 6a y 6b).



Figura 6a. Vertientes y estrato de turba ubicadas en San Antonio de Pichincha (sector de las piscinas municipales).



Figura 6b. Vertientes y estrato de turba ubicadas en San Antonio de Pichincha (sector de las piscinas municipales, al margen derecho del río) Monjas-San Antonio.

Las pruebas de bombeo no aportaron la argumentación necesaria para los cálculos de los parámetros hidrogeológicos de los niveles acuíferos, ya que se realizaron con una duración menor a 12 horas, lo que provocó abatimientos inestables y de poca profundidad.

Las aguas subterráneas que se encuentran en el segundo nivel, a una profundidad de 75 a 100 m, presentan niveles de agua que ascienden hasta 42,5 m de profundidad, es decir el nivel piezométrico está por encima del contacto superior del segundo nivel acuífero (perforación Vsap-1), por lo que se consideró al agua de este nivel como artesiana, del acuífero semiconfinado.

Sin embargo, los valores de conductividad hidráulica obtenidos en base a las pruebas efectuadas por el coeficiente de filtración en la perforación Vsap-1, están alrededor de $1.8E-5$ cm/seg, es decir 0.016 m/día, para una profundidad de 75 a 80 m (informe de sondeos mecánicos y eléctricos EPMAPS, 2005), igualmente para la perforación Pusuquí se obtuvieron valores inferiores a 0.1m/día, para 111-150 m de profundidad (informe de sondeos mecánicos y eléctricos, EPMAPS, 2005). Según De Miguel (1999), estos valores corresponden a limos y arcillas areno-limosas, lo que difiere con la litología registrada en las perforaciones exploratorias, las que reportan a arenas, gravas y brechas.

Se recalcularon los valores de conductividad hidráulica, aplicando la metodología sugerida y establecida por De Miguel (1999), es decir el cálculo de los parámetros hidrogeológicos mediante regímenes de bombeo estacionario y cuasiestacionario. Para la recuperación de niveles al culminar los bombeos; los valores obtenidos están por debajo de 0.001 m/día (anexo III, cálculo de parámetros hidrogeológicos), lo que correspondería a arcillas, arcillas margosas, argilitas (De Miguel, 1999). Estos resultados tampoco corresponden con la litología descrita en el acuífero.

Por las razones expuestas, se recurrió a asumir los parámetros hidrogeológicos (conductividad hidráulica, transmisividad) con base en la literatura (Freeze y Cherry, 1979), y las pruebas de infiltración realizadas en el sector, tomando en cuenta la litología existente en cada estrato, confirmada con los testigos de perforación.

Para el primer nivel acuífero se asumió una conductividad hidráulica entre 1.4-1.7 m/día, lo que corresponde a limos arenosos y arenas limosas. Para el segundo nivel acuífero se asumió 1.7-2.8 m/día, lo que corresponde a arenas limosas, arenas de grano fino a medio.

En cuanto a la transmisividad, se obtuvo para el primer nivel acuífero, $42-51$ m²/día, considerando una conductividad hidráulica de 1.4-1.7 m/día y un espesor promedio de 30 m. Para el segundo nivel acuífero, se consideró un espesor promedio de 25 m, con lo que se obtuvo $42.5-70$ m²/día de transmisividad.

La determinación de la profundidad del nivel piezométrico, constituyó una dificultad, ya que la mayoría de los pozos fueron perforados sin aislar los distintos niveles acuíferos, por lo que no se pudo establecer el nivel piezométrico para cada nivel acuífero. Sin embargo, se realizaron tres campañas de medición de niveles para

la medición. Se contó con dos pozos (Pusuquí y Vsap-1) en cada campaña. Para el sector de Pusuquí, la profundidad media del nivel piezométrico, obtenida fue entre 75-90 m, mientras que en Pomasqui y San Antonio se localiza entre 30-54 m. Tomando en cuenta las mediciones de la campaña del 07/07/2006, se ploteó el mapa piezométrico (figura 6) en el que se observa que las líneas de flujo tienen una dirección preferencial del Sur hacia el Noreste.

Las direcciones de flujo establecidas para el acuífero de estudio, son coincidentes con la continuación de las líneas de flujo establecidas para el acuífero Centro Norte de Quito, ya que en este último, tienen una tendencia hacia el Noreste (Muñoz, 2005).

Por lo expuesto, el modelo conceptual establecido para el acuífero Pusuquí-San Antonio de Pichincha, consta de dos niveles acuíferos interconectados, agrupados en el acuífero multicapa. El tercer nivel acuífero, no determinado en este estudio, debido a la falta de información, se supone estaría a partir de 120 m de profundidad. El segundo nivel acuífero, consiste en un acuífero semiconfinado, que se encuentra a partir de los 75 m de profundidad, con un espesor promedio de 25 m, ubicado en la formación Cangahua. El primer nivel acuífero, consiste en un acuífero libre, se encuentra a partir de los 40 m de profundidad, con un espesor medio de 30 m, que corresponde a los depósitos y flujos Pulahua (figura 7).

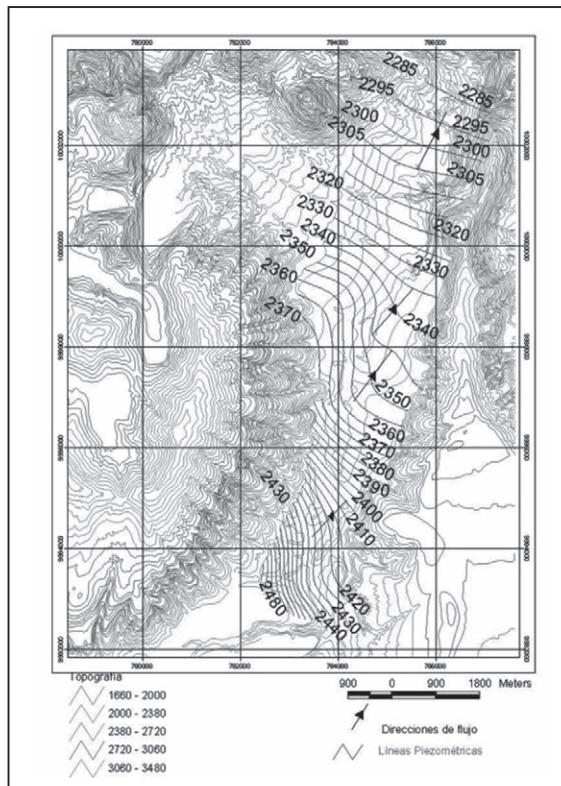


Figura 6. Mapa piezométrico del área de estudio.

La zona de recarga principal, se ubica en el extremo sur del acuífero y corresponde al acuífero Centro Norte de Quito. Adicionalmente la infiltración proviene de las precipitaciones en el sector, que a pesar de ser bajas constituyen una recarga al acuífero.

Este modelo, visualiza la dependencia y conexión del acuífero de Quito con el acuífero Pusuquí-San Antonio de Pichincha. Los dos presentan condiciones y características geológicas e hidrogeológicas y direcciones de flujo muy similares.

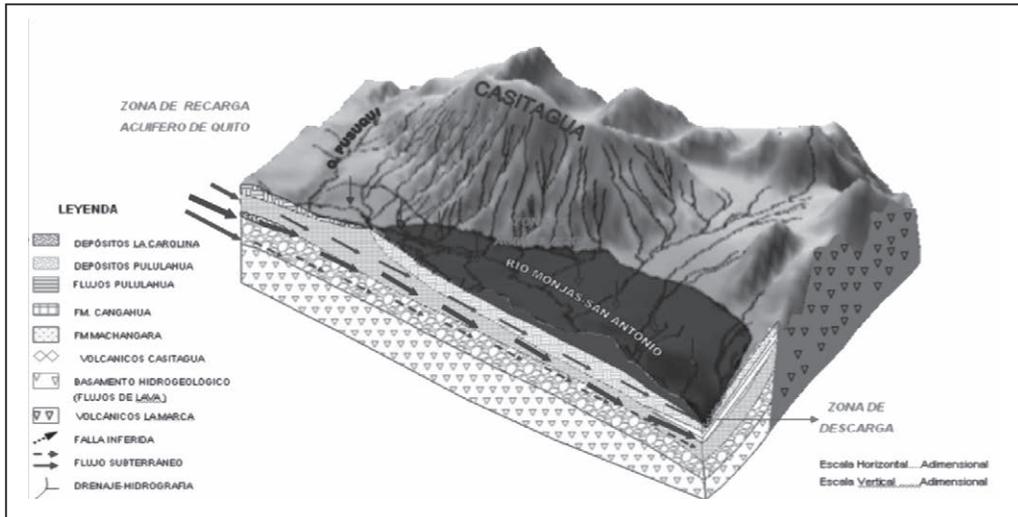


Figura 7. Modelo conceptual del acuífero.

Hidrogeoquímica

Con base en los resultados de los análisis físico-químicos, de las muestras tomadas en la campaña del 2005, se elaboraron los diagramas de Piper para cada una de las muestras, para lo que se utilizó el programa Aquachem 4.0, lo que permitió establecer el tipo de agua en la zona de estudio.

Las aguas del acuífero Pusuquí-San Antonio de Pichincha son de tipo bicarbonatadas, cálcico-magnésicas. La vertiente SAP-5 y el pozo Pofasa, presentan una mayor concentración cálcica, sin alterar la tendencia general de las muestras. Tomando como referencia las muestras de la campaña del 2005 y 2007, ubicadas en el sector de Pomasqui (LDU, Vsap-1) y San Antonio de Pichincha (PSAN ANTONIO1) se observó que las muestras del sector sur del acuífero (Pomasqui), contienen más sodio que las ubicadas en San Antonio de Pichincha, que muestran una composición más cálcica (figura 8). Esto se debe a que al norte del acuífero las rocas de los estratos que conforman los niveles acuíferos, son más ácidas (rocas más claras, mayor presencia de plagioclasas ácidas: albita, oligoclasa y cuarzo; denominadas como andesitas ácidas; Andrade, 2002) estas rocas, hacen que las aguas se enriquezcan en calcio y magnesio.

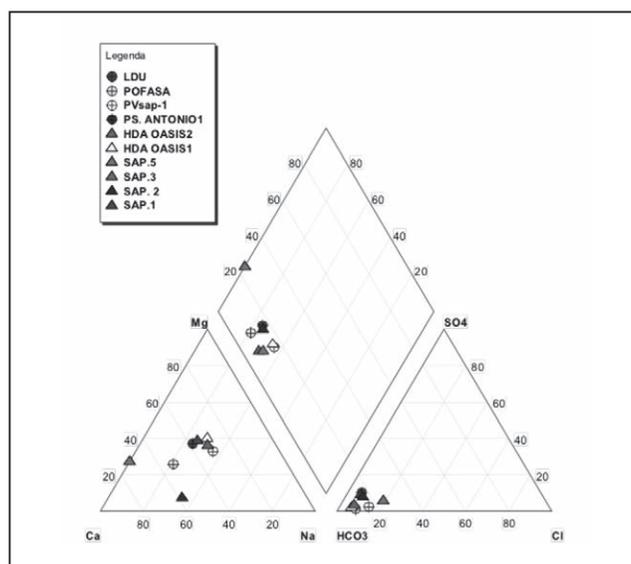


Figura 8. Diagrama de Piper para los pozos y vertientes muestreados en la campaña del 2005, en el acuífero Pusuquí- San Antonio de Pichincha.

Tomando en cuenta la relación de las aguas subterráneas con respecto a su mineralización, se observó que las concentraciones de sólidos totales disueltos, en las campañas del 2004 al 2007, se conservaron en el tiempo con valores que están por debajo de 1 gr/l, por lo que corresponden a aguas dulces (Martínez, 2005).

Considerando la concentración de iones hidrógeno, las campañas de muestreo del 2004 al 2007, indicaron valores de ph que varían de 6 – 8 unidades, con lo que se demuestra que el agua tiene un comportamiento de aguas que varían de débilmente ácidas a débilmente básicas.

Según el análisis de calidad del agua, los datos de las campañas de monitoreo indican que: para las campañas realizadas por la EMAAP-Q, el 62% de las muestras incumplen al menos por una vez la norma en los valores que corresponden al hierro y manganeso. Los máximos valores corresponden a las muestras que fueron tomadas en la zona de San Antonio de Pichincha (pozos: San Antonio-1 (PSAP-1), Liga Deportiva Universitaria (LDU) y la vertiente San Antonio de Pichincha N° 4 (VSAP- 4) (tabla 4).

El incremento en el contenido del hierro y manganeso, se debe a que en el sector San Antonio de Pichincha, existe un estrato de turba (figura 5a y b), es decir alto contenido de carbón, lo que indica condiciones reductoras (anaeróbicas), las que se reflejan en los análisis físico-químicos con un alto contenido de dióxido de carbono; además de la ausencia de oxígeno disuelto.

El 46% de las muestras incumplen la norma en coliformes totales, principalmente en la campaña del 2006, esto se debe a la presencia de materia fecal en las proxi-

midades de las vertientes VSAP-4, VSAP-1 y vertiente Oasis. En lo que se refiere al pozo Vsap-1, el incremento está asociado a la contaminación del pozo con materia fecal, en el instante del muestreo.

Por lo expuesto, las muestras en el sector de San Antonio de Pichincha, son aptas para el consumo humano y doméstico. El incremento en el contenido del hierro y manganeso, produce una coloración amarillo-marrón de alta intensidad, sin causar toxicidad o peligro alguno; sin embargo, estas sustancias pueden ser controladas por medio de tratamiento. Así también las muestras deberán ser sometidas a un tratamiento de desinfección por cloración, para evitar la presencia de coniformes totales.

Tabla 4. Resumen de los parámetros que incumplen las norma TULAS 2003, para las campañas (2004-2005) y la norma NTE para las campañas 2006-2007.

POZOS Y VERTIENTES	PARÁMETROS QUE INCUMPLEN LA NORMA	14/4/2004	20/7/2004	2005	2006	2007
Pofasa	STD, HIERRO	NR	SI	SI	NO	NR
Hda Oasis	TURBIEDAD, HIERRO, MANGANESO	NR	NR	NO	NR	NR
P. Liga Deportiva Universitaria LDU	STD, HIERRO, MANGANESO, COLOR, TURBIEDAD, MANGANESO, STD, HIERRO, MANGANESO, COLOR, STD DUREZA, HIERRO, MANGANESO, FOSFORO, ESCH. COLI, DUREZA TOTAL	NO	NO	NO	NO	NO
VSAP-1	COLOR, TURBIEDAD, STD, HIERRO, MANGANESO, COLIF. TOTALES, HIERRO, MANGANESO, ESCH. COLI	SI	SI	NO	SI	NR
VSAP-2	COLOR, TURBIEDAD, STD, HIERRO, MANGANESO	NR	NR	NO	NR	NR

VSAP-4	COLOR, TURBIEDAD, HIERRO, MANGANESO, STD, HIERRO, MANGANESO, COLOR, TURBIEDAD, STD, COLIF. TOTALES, HIERRO, MANGANESO, COLOR, STD, HIERRO, MANGANESO, CARBONO ORGÁNICO, DUREZA, COLIF. TOTALES. ARSÉNICO	NO	NO	NO	NO	NR
VSAP-5	COLOR, TURBIEDAD, STD, HIERRO, MANGANESO	NR	NR	NO	NR	NR
VERT.OASIS1	COLIF. TOTALES	NR	NR	NO	NR	NR
VERT.OASIS2	COLIF. TOTALES	NR	NR	NO	NR	NR
NR: no existe reporte de análisis						
NO: cumple la norma						
SI: cumple la norma						

Conclusiones

El modelo conceptual establecido para el acuífero Pusuquí-San Antonio de Pichincha, consta de dos niveles acuíferos. El nivel superior se ubica en los depósitos y flujos Pulusahua, tiene un espesor medio de 30 m y se localiza a partir de los 40 m de profundidad. El segundo nivel acuífero, se halla a partir de 75 m de profundidad, tiene un espesor medio de 25 m y corresponde a la formación Cangahua. El nivel acuífero superior es libre, mientras que el segundo nivel acuífero es semiconfinado, los dos niveles están conectados hidráulicamente formando un acuífero multicapa. Las direcciones de flujo para el acuífero Pusuquí-San Antonio de Pichincha, son coincidentes con las líneas de flujo del acuífero Centro Norte de Quito, con tendencia hacia el Noreste.

Los parámetros hidrogeológicos para el acuífero son: 1.4-1.7 m/día para el primer nivel acuífero y 1.7-2.8 m/día para el segundo. La transmisividad, del primer nivel acuífero es 42-51 m²/día, considerando una conductividad hidráulica de 1.4-1.7 m/día y un espesor promedio de 30 m. Para el segundo nivel acuífero, se consideró un espesor promedio de 25 m, con lo que se obtuvo 42.5-70 m²/día de transmisividad.

El nivel piezométrico para el 07/07/2006 se ubicó a una profundidad entre 75-90 m (2485-2470 msnm) en el sector de Pusuquí, mientras que en Pomasqui y San Antonio se localiza entre los 30-54 m (2.360-2.336 msnm).

Las aguas en la zona de estudio, son químicamente estables de tipo bicarbonatadas-cálcico-magnésicas, muy similar a las determinadas para el acuífero de Quito, que son de tipo bicarbonatadas magnésicas. Las aguas subterráneas, localizadas en el sector de San Antonio de Pichincha, muestran una composi-

ción más cálcica que las localizadas en el sector de Pomasqui. Los estratos que conforman los niveles acuíferos, contienen rocas más ácidas, por lo que las aguas se enriquecen en calcio y magnesio.

La calidad físico-química y bacteriológica, determinó que el agua contenida en las localidades de Pusuquí y Pomasqui es apta para el consumo humano y doméstico, luego de ser tratadas con el proceso de cloración. En el sector de San Antonio de Pichincha, el incremento en el contenido del hierro y manganeso, produce una coloración amarillo-marrón de alta intensidad, sin causar toxicidad o peligro alguno; sin embargo, estas sustancias pueden ser controladas por medio de tratamiento. Así también las muestras deberán ser sometidas a un tratamiento de desinfección por cloración, para evitar la presencia de coliformes totales.

El acuífero de Pusuquí-San Antonio de Pichincha representa la continuación del acuífero Centro Norte de Quito, la similitud de los estratos, la continuidad de la estratificación, los parámetros hidrogeológicos asumidos, las direcciones de flujo y el tipo de agua, garantizan dicha continuidad.

Referencias

- Andrade, D. (2002). *Estudio geovolcanológico del complejo volcánico Pululahua*. Proyecto de titulación, Ingeniería en Geología, EPN, 186 pág.
- De Miguel, C. (1999). *Hidrogeología aplicada*. Editorial Félix Varela, 453 pág.
- EPMAPS. Unidad ejecutora de proyectos e hidrología. (2003). *Registro de caudales del río Monjas-San Antonio*.
- EPMAPS. (2003). Unidad de Mantenimiento Electromecánico de Distribución. *Reporte de mantenimiento de pozos*.
- Villagómez, D. (2003). Evolución Geológica Plio - cuaternaria del Valle Interandino Central en Ecuador . Proyecto de titulación, Ingeniería en Geología EPN.
- EPMAPS. Departamento Acuífero de Quito. (2004). *Informe de sondeos mecánicos y eléctricos, sondeo P-1. Pusuquí*. vol. 2 de 5.
- EPMAPS. Departamento Acuífero de Quito. (2005). *Informe de sondeos mecánicos y eléctricos, sondeo Vsap-1*. San Antonio de Pichincha.
- EPMAPS. Departamento Acuífero de Quito. (2005). *Investigaciones de resistividad eléctrica en la exploración de aguas subterráneas*.
- Fotografías aéreas. (1983/02/04). Escala 1:60000, 1:20000, IGM, Instituto Geográfico Militar. Departamento de Fotografía Aérea. Rollo 86.
- Martínez, D. (2005). Informe de consultoría. *Análisis de la información hidrogeológica de los valles de los Chillos, Pífo-El Quinche y Pusuquí-San Antonio de Pichincha*. Departamento Acuífero de Quito. EMAAP-Q
- Muñoz, T. (2005). *Modelación del nivel principal del acuífero de Quito*. Proyecto de titulación. Ingeniería en Geología. EPN. 174 pág.

- Pourrut, P. (1995). Estudios de geografía: *El agua en el Ecuador*.
- Freeze, R.A., Cherry, J. A. (1979) Groundwater. Englewood Cliffs, Prentice - Hall, p. 604.
- Instituto Nacional Ecuatoriano de Normatividad, Ecuador (1998). NTE INEN 2169:98. Norma Técnica Ecuatoriana, Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.
- Norma Ambiental y de descarga de efluentes (2003). Recurso Agua. Libro VI Anexo 1, publicado en el Registro Oficial del 31 de marzo del 2003.
- Thornthwaite, 1948 The Water Balance, Publications, In: Climatology, New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104 págs.

Diseño de una solución telefónica IP para la empresa Catel S.A.

Luis Giovanni Guerra Almeida

Universidad Central del Ecuador
lgga87@gmail.com

Recibido: 01 de septiembre / *Aprobado:* 30 de noviembre 2017

Resumen

El presente artículo abarca el diseño de red para brindar el servicio de telefonía IP a la empresa Catel S.A., además muestra los resultados de pruebas con diferentes códecs, las cuales permitieron establecer la mejor comunicación entre los usuarios de la empresa. Se diseñaron dos soluciones de telefonía IP que permiten a la empresa tener un respaldo como central telefónica digital en caso de que la principal presente errores en su funcionamiento, además se solventaron problemas para enlazar a ciertos usuarios que por su localización no tenían acceso a la red cableada. Las pruebas de calidad de servicio efectuadas en la empresa Catel S.A. mostraron como resultado un servicio de voz y datos de alta calidad en una red controlada, lo cual se vio reflejado en la aceptación del personal por el beneficio prestado.

Palabras clave: telefonía IP, códec, diseño de red, central telefónica, ancho de banda.

Abstract

This article approaches the network design to provide IP telephony service to the company Catel S.A., it also shows calculations of the bandwidth use with different codecs, the results was established improved the communication among the users

of the company. Two IP telephony solutions were designed in order to provide a backup as a Private Branch Exchange (PBX) in case the main one fails, in addition communication problems were solved connecting users wirelessly because their location did not have access to the wired network. The tests of QoS at the company Catel C.A. showed a high quality of voice and data service in a controlled network. The personal was satisfied with the choosen service.

Keywords: IP telephony, codec, network design, telephone switchboard, bandwidth.

Introducción

La telefonía desde su invención se ha convertido en uno de los sistemas con mayor aceptación para la comunicación global entre los usuarios, además de ser una herramienta muy importante en el desarrollo de la sociedad. La evolución de la telefonía conjuntamente con el avance de las Tecnologías de la Investigación y Conocimiento (TIC) marcan un punto de partida para la llamada “Era del conocimiento”, época actual donde el intercambio de experiencias, sucesos y eventos fomentan el conocimiento e influyen directamente en el desarrollo de la tecnología. En el transcurso del tiempo se han dado un sinnúmero de avances en la telefonía tanto a nivel estructural (equipo físico), como a nivel de distribución de servicios a millones de usuarios. Los caminos que recorre la voz paquetizada a través de la PSTN se describen a continuación en los siguientes procesos y se grafican en la figura 1.

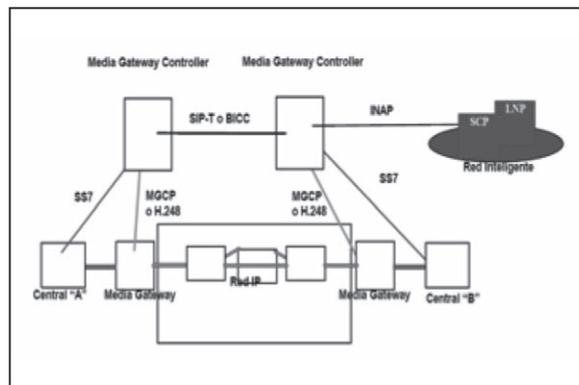


Figura 1. Integración de central VoIP con la PSTN.

La central local se comunica con el “Media Gateway” (MG) a través de tramas E1 (2 Mb/s comunes y corrientes) que transportan la voz viva. El MG es el encargado de traducir las llamadas TDM a paquetes mediante el protocolo RTP (Real Time Protocol) que viaja por la red IP. La separación de funciones es la clave de las redes NGN, en el MG se resuelve el plano de “conectividad” de la red; es decir, el transporte y en el MGC se encuentra el plano de “control”; es decir, la inteligencia. [1]

Protocolos de señalización

Tienen las siguientes funciones:

- Establecimiento, modificación y finalización de llamadas/sesiones.
- Registro y localización de usuarios.
- Movilidad.

- Gestión del conjunto de participantes y de los componentes del sistema.
- Descripción de características de las sesiones y negociación de capacidades de los participantes.[2]

Protocolo H.323

Las operaciones obligatorias que este protocolo debe realizar son las siguientes:

- La traducción de alias o números de teléfono en direcciones IP.
- La administración de ancho de banda y control del tráfico generado por las diferentes comunicaciones, limitando el número máximo de comunicaciones simultáneas.
- Enrutamiento más adecuado para redireccionar la llamada dependiendo de las capacidades del Gateway.
- Control de admisión en la red utilizando para ello mensajes.[3]

Protocolo SIP

SIP al ser ideado para correr como un servicio más en internet, tiene como característica que su sintaxis es bastante parecida a la que emplea HTTP y SMTP. De una manera más detallada, SIP tiene cinco funciones y son:

- Localización de usuarios.
- Intercambio / negociación de capacidades de los terminales.
- Disponibilidad de usuarios.
- Establecimiento de llamada.
- Mantenimiento de llamada.[4]

Protocolos de transporte

RTP (Protocolo de transporte en tiempo real)

Creado por la IETF para la transmisión confiable de voz y video a través de Internet.

En VoIP el protocolo RTP es el responsable de la transmisión de la voz, mientras que la digitalización y compresión de la voz y el vídeo es realizada por el códec.

RTCP (Protocolo de control en tiempo real)

Es un protocolo de control de los flujos RTP, que permite transportar informaciones básicas de los usuarios.[5]

Códecs

Al ser la voz una señal analógica y la red de datos una señal digital, necesariamente se requiere un proceso de conversión de ondas análogas a digitales, es decir

de codificación-decodificación (CODEC), el cual se puede realizar de diversos modos denominados estándares [6]. En la tabla 1 se muestran las características de los principales códec:

Tabla 1. Características de los códec principales

Códec	Bit Rate	Sampling Rate	Frame Size	MOS
G.711	64 kb/s	8 kHz	10 ms	4.1
G.729	8 kb/s	8 kHz	10 ms	3.92
GSM	13 kb/s	8 kHz	22.5 ms	3.5-3.9
iLBC	8 kb/s	13.3 kHz	ms	>G.729

Materiales y métodos

Para cumplimentar los objetivos de garantizar una solución integral de telefonía digital se utilizó la investigación teórica de los protocolos y analizaron las condiciones actuales de la empresa conjuntamente con las prestaciones tecnológicas de las centrales telefónicas, considerando la opción de software libre y la otra de código cerrado.

Elastix

Es una plataforma de distribución libre que fue creada y es mantenida actualmente por la compañía ecuatoriana PaloSantoSolutions, distribuida bajo licencia GPL versión 2.

Corre sobre el sistema operativo CentOS y se basa en cuatro programas de software que emplean código libre y son: Asterisk, Hylafax, Openfire y Postfix, los cuales integran en un solo paquete: VoIP PBX, fax, mensajería instantánea, correo electrónico y aplicaciones de colaboración [7]. Su estructura se muestra en la figura 2.

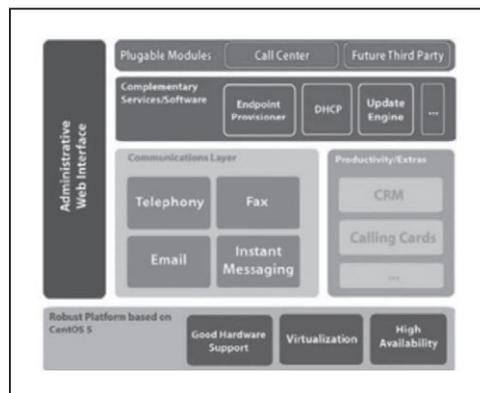


Figura 2. Estructura de Elastix.

Snom Soho

La IP PBX Snom en su versión Soho está destinada a solventar los problemas netamente de voz de la empresa. Es un sistema telefónico diseñado específicamente para las pequeñas empresas con hasta 10 extensiones. Ideal para los bufetes de abogados, de médicos o de pequeñas oficinas que necesitan un conjunto de características de solución de comunicaciones a un precio accesible. Es posible ejecutarla y conectarla a la red mediante un servidor que tenga levantadas sus funciones básicas.



Figura 3. IP PBX Snom Soho.

Toma de decisiones

Tomando en cuenta las características de las IP-PBX de software gratuito disponibles en internet y los equipos con posibilidad de adquirirse por Catel S.A. se tomaron las siguientes decisiones para brindar una solución integral de telefonía IP:

PBX Primaria: Snom ONE Soho

Las razones fundamentales para elegir a Snom como PBX primaria son:

- 100% de cumplimiento con los requerimientos de telefonía del presidente.
- Garantía de funcionamiento y estabilidad al tener su hardware encapsulado.
- Bajo consumo de energía.
- Solución económica y atractiva para empresas con pocos empleados.

PBX Backup: Elastix

Es una PBX de software libre con una amplia gama de funcionalidades; en nuestro caso se hallaron las siguientes desventajas:

- Desarrollo condicionado al correcto funcionamiento de una máquina virtual donde se monte esta PBX.
- Compartición de la interfaz de red del servidor.
- PBX VoIP en ordenador con memoria RAM limitada y con otros servicios corriendo simultáneamente.

En base a los estudios realizados, se puede determinar que ninguno de los tres códec afecta a las comunicaciones web o de telefonía en la empresa. La demanda de telefonía es irregular en la empresa, es decir nunca se presenta consumo simultáneo de las cuatro troncales, por tal motivo se decidió configurar la PBX y los terminales IP bajo el códec G.711 que es el cual ofrece la mayor calidad de voz según el MOS, debido a sus niveles de cuantización y una mayor tasa de transmisión de voz en sus paquetes.

Levantamiento de información

Requerimiento de ancho de banda para internet

Para realizar este estudio se considerará que un usuario puede acceder a 6 páginas web en una hora cuyo tamaño promedio es de 507 KB¹, entonces se debe aplicar el cálculo de throughput resultante por la navegación de este usuario:

$$Trp_w * usuario = \frac{507 \text{ KB}}{\text{página}} * \frac{8 \text{ bits}}{\text{Byte}} * \frac{6 \text{ páginas}}{3600 \text{ seg}} = 6,76 \text{ Kbps}$$

$$Trp_w total = 6,76 \text{ Kbps} * 6 \text{ usuarios} = 40,56 \text{ Kbps}$$

Si se considera que un usuario puede leer 3 correos electrónicos por hora, cuyo tamaño máximo es de 50 KB², se puede determinar la tasa promedio que genera el consumo de correo electrónico:

$$Trp_c * usuario = \frac{50 \text{ KB}}{\text{correo}} * \frac{8 \text{ bits}}{\text{Byte}} * \frac{3 \text{ correos}}{3600 \text{ seg}} = 0,33 \text{ Kbps}$$

$$Trp_c total = 0,33 \text{ Kbps} * 6 \text{ usuarios} = 1,98 \text{ Kbps}$$

Entonces se puede determinar la velocidad de transmisión que los usuarios de la empresa requieren para contar con todos los servicios de internet.

$$Trp_{isp} total = Trp_w total + Trp_c total = 40,56 \text{ Kbps} + 1,98 \text{ Kbps}$$

$$Trp_{isp} total = 42,54 \text{ Kbps}$$

1 Cambiar el tamaño máximo del correo electrónico, http://www.shareo.com/es/WebHelp/Change_max_size_data_emails.htm

2 Hurtado, Roberth, "Diseño de la red inalámbrica integrada de voz y datos con calidad de servicio y seguridades de red para la Casa Matriz del Banco Nacional de Fomento", Quito, mayo, 2008.

Como se puede apreciar el ancho de banda disponible en la empresa es suficiente para la demanda de los servicios web o requerimientos de internet.

Requerimientos para servicio de VoIP y conexión remota a la PBX

La lista de funcionalidades que el presidente de Catel S.A. solicitó para posteriormente determinar la PBX más apta y económica se muestra a continuación:

- Detector de llamada
- Acceso por control de contraseñas a usuario y administrador
- Operadora automática
- Hermanamiento con teléfono móvil
- Grabación de llamadas
- Restricción de llamadas
- Filtrado de llamadas
- Registros múltiples por extensión
- Múltiples troncales por dominio
- Correo de voz a correo electrónico
- Detección de entradas DTMF
- Lista negra
- Calidad de servicio (QoS)

En cuanto a demanda de servicios como mensajería instantánea o correo electrónico interno, el presidente supo manifestar que eran servicios irrelevantes ya que el ISP provee este servicio mediante un dominio de correo electrónico a la empresa y la mensajería instantánea no era necesaria.

Adicionalmente, se solicitó como requerimiento, que se tenga conectividad desde cualquier lugar en el mundo a la central telefónica digital que se decida implementar, es decir que el internet sea un medio de conexión con la PBX. Se dieron a conocer las razones de este requerimiento por parte del presidente, la principal razón es que el gerente realiza continuamente viajes al exterior y es de vital importancia para Catel S.A. que los procesos y proyectos involucrados sigan en pie, por tal motivo la comunicación entre personal administrativo, presidente y el gerente es primordial.

Levantamiento de información

Para ofrecer una solución integral de telefonía en la empresa fue necesario diseñar una topología lógica que involucre los equipos dedicados a suplir los servicios de datos (Internet), Voz sobre IP, intercomunicación con la Red de Servicio de Telefonía Pública (PSTN). El plano de la empresa se muestra en la figura 4, cuya distribución cableada e inalámbrica está graficada en la figura 5.

Determinación del mejor códec para VoIP.

Se debe hacer un estudio basándonos en el ancho de banda que consumen los códec a implementarse, además se plantea un ambiente de total saturamiento de las líneas telefónicas para evitar cualquier inconveniente por un insuficiente ancho de banda.

Al existir cuatro troncales lógicas disponibles en la empresa, se realizan los cálculos de 4 usuarios realizando llamadas simultáneamente utilizando cada canal en sentido full-dúplex, empleando la siguiente fórmula:

Tamaño total del paquete = Cabecera en L2 o Ethernet + Cabecera en L3IP/UDP/RTP + Tamaño de carga útil de voz (Payload)

Paquetes por segundo (PPS)

$$PPS = \frac{\text{tasa de bits del códec (codec bitrate)}}{\text{tamaño carga útil de voz (voice payload size)(bits)}}$$

$$BW_{\text{por llamada}} = \text{Tamaño total PKT} * PPS^1 \text{ [kbps]}$$

Resultados

Luego de comprender la fundamentación teórica para obtener la tasa real de transmisión de datos + voz se realizaron los cálculos respectivos, los cuales se describen a continuación:

Para realizar los cálculos se asumieron ciertos valores:

- El tamaño de la cabecera L2 es 18 bytes de Ethernet, incluyendo [CRC] o [FCS]
- La cabecera L3 es de 40 bytes [IP (20 bytes)+ UDP (8 bytes)+ RTP (12 bytes)]

Conocidas las variables que se necesitan para determinar el consumo de ancho de banda por llamada se genera la tabla 2 con la información requerida:

Tabla 2. Información necesaria de códec

Códec	G.711	G.729	GSM 6.10
Cabeceras L2 + L3 [Bytes]	58	58	58
Payload [Bytes]	160	20	33
Tamaño del paquete [bits]	1744	624	728
Bitrate del códec [kbps]	64	8	13
Payload [bits]	1280	160	264
PPS	50	50	49,24

Al ser cuatro llamadas simultáneas y en sentido full dúplex es necesaria realizar la siguiente operación:

Los valores de un ambiente saturado de llamadas VoIP se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Consumo de ancho de banda para VoIP

Códec	[kbps]	[kbps]
G.711	87,2	697,6
G.729	31,2	249,6
GSM 6.10	35,85	286,77

Finalmente se debe simular el consumo de telefonía digital y servicios web simultáneamente. Estos valores se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Consumo total de ancho de banda

Códec	[kbps]	[kbps]	[kbps]
G.711	697,2	42,54	739,74
G.729	249,6	42,54	292,14
GSM 6.10	286,77	42,54	329,31

Diseño de red

Es primordial realizar un diseño de acuerdo a la disponibilidad de los equipos con los que cuenta la empresa, y estudiar detenidamente el cableado o soluciones inalámbricas que se deben implementar para solventar cualquier problema que se presente. Inicialmente la red empresarial tenía distribuidos los equipos como se muestran en la figura 4.

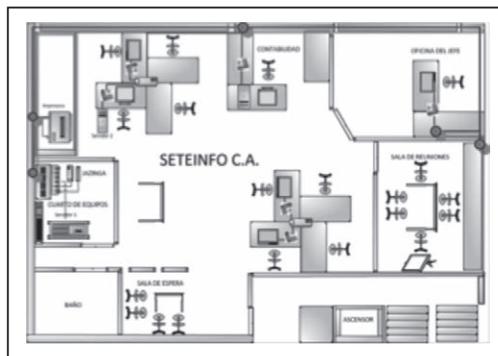


Figura 4. Planos de la empresa y cableado inicial

Configuración de los equipos

Se realizaron las respectivas configuraciones en los diferentes equipos de red que se adquirieron y con los que contaba la empresa, siendo las principales las que se enumeran a continuación:

Routers

- Actualización de firmware
- Conectividad wireless (canales y seguridad)
- Conectividad a la WAN
- Conectividad a la LAN
- Creación y registro de dominios dinámico para la empresa
- Configuración de servicio para redes privadas virtuales
- Enrutamiento estático entre routers

En cuanto a conectividad con las islas en las instalaciones de la empresa se debieron realizar los siguientes procedimientos:

Router emisor – Interfaz inalámbrica virtual y registro de MAC's para repetidores.

Routers repetidores – Autenticación en red inalámbrica virtual, con el mismo canal y uso del mismo, además autenticación con el router emisor por MAC.

PBX Snom Soho y Elastix

- Configuración de IP estática
- Configuraciones generales (extensiones, dominios, planes de marcado, IVR, restricciones, etc.)
- Configuración de troncales

En el caso de Elastix se levantaron los servicios de mensajería instantánea y correo electrónico.

Gateway VoIP

- Configuración de red
- Parámetros generales SIP (configuración de registro y proxy, prioridad de los codecs, registro de troncales, marcados DTMF, etc.)

Teléfonos IP y softphones

- Configuración de IP estática
- Compatibilidad de códigos de funcionalidades para cada IP PBX

Conclusiones

- Se diseñó e implementó una solución integral de telefonía IP en la empresa Catel S.A. con la utilización de la técnica de voz sobre IP ofreciendo una alta calidad de servicio.
- Se intercomunicaron a las redes local y remota permitiendo tener a los usuarios de la empresa Catel S.A. intercomunicados y contando con las bondades que la tecnología Snom ofrece a sus clientes.
- Fue diseñada e implementada Elastix como una central telefónica digital redundante basada en software libre para poder realizar un estudio comparativo entre las dos tecnologías.
- Se optimizó la red de la empresa implementando routers repetidores que permitieron la conectividad de usuarios que no tenían acceso a nodos cableados de conexión a la red interna.
- Se documentó todo el proceso de instalación y configuración del software: Snom, Elastix, ddwrt y AudioCodes, así como la implementación de su hardware en la empresa Catel S.A.
- Se realizó un manual de usuario que permite al personal de la empresa Catel S.A. tener conocimientos básicos del funcionamiento de las centrales telefónicas y solventar cualquier inconveniente en el uso cotidiano de los terminales basados en telefonía sobre IP.

Referencias

- [1] Telefónica. “Entendiendo la tecnología VoIP”. Contribución técnica.
- [2] Moreno, José Soto, Ignacio Larrabeiti, David. “Protocolos de señalización para el transporte de voz sobre redes IP”. Universidad de Madrid.
- [3] VoIP, Protocolo H.323, <http://www.redesyseguridad.es/voip-protocolo-h323>
- [4] Montesino, Federico. “SIP: Session Initiation Protocol”, XV Grupos de Trabajo de Red IRIS, mayo 2003.
- [5] “RTP y RTCP”. Etudes et formations en télécommunications (EFORT).
- [6] Codecs, <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>, 10 de abril/2012.
- [7] Landívar, Edgar. *Comunicaciones unificadas con Elastix*, Volumen 1.
- [8] DITG (Data Injector Traffic Generator), <http://www.grid.unina.it/software/ITG/>

Diseño y construcción de un prototipo de superficies equipotenciales como proceso de enseñanza investigativa

Guillermo Terán Acosta

Universidad Central del Ecuador
gteran30@hotmail.com

Vanesa Chaluiza Charro

Universidad Central del Ecuador
vanesa_lt@hotmail.com

Recibido: 01 de septiembre / *Aprobado:* 30 de noviembre 2017

Resumen

El presente trabajo tiene como propósito fundamental el diseño y construcción de un prototipo orientado al análisis e inferencia de principios, leyes y aplicaciones en el estudio de las superficies equipotenciales. Para cumplir con dicho propósito se fundamentó teóricamente en el aprendizaje de la física experimental como investigación conducente a la construcción de nuevos conocimientos en el contexto de la resolución de problemas abiertos (Gil. D); así como la conceptualización de campos constantes y superficies equipotenciales a partir del planteamiento de un cuerpo de hipótesis como: el vector campo eléctrico E tiene en cada punto la dirección de la normal a la superficie equipotencial que pasa por dicho punto y, durante la traslación en un segmento dl por un plano equipotencial, el potencial no varía. En este trabajo se describen los elementos estructurales y funcionales del prototipo, con también la utilización de materiales de calidad y bajo costo; describiendo los mate-

riales utilizados y las precauciones que se requieren para su construcción. Además, se especifican los fundamentos teórico-experimentales para las diferentes aplicaciones del prototipo como herramienta didáctico-pedagógica en los campos de la física. La metodología se apoyó en una investigación de tipo experimental. Los hallazgos experimentales obtenidos se encuentran en los porcentajes de error a razón del 4,64% en la variación inversamente proporcional del potencial respecto a la distancia.

Palabras clave: superficies equipotenciales, campos constantes, herramientas didáctico pedagógicas, física experimental.

Abstract

This research aims to show how fundamental it is to design and construct of a prototype oriented for the analysis and inference of principles, laws and applications in the study of equipotential surfaces. To comply with this purpose the theory based on the learning of experimental physics research leading to the construction of new knowledge in the context of the resolution of open problems, (Gil. (D); as well as the conceptualization of constant fields and equipotential surfaces from the approach of a hypothesis as a body: the electric field vector E has at every point the direction of the normal to the equipotential surface which passes through the point and, during the translation in a segment dl by an equipotential level, the potential does not change. This paper describes the structural and functional elements of the prototype, with also the use of quality materials and low cost; describing the materials used and the precautions that are required for its construction. In addition, it specifies the pedagogical experimental foundations for different applications of the prototype as a tool in the fields of physics. The methodology relied on experimental research. The experimental findings obtained are in the rate of error of 4.64% in the inversely proportional variation of the potential with respect to the distance.

Keywords: equipotential surfaces, constant fields, pedagogical teaching tools, experimental physics.

Introducción

En el presente siglo se evidencia una aguda crisis en la educación en todos los niveles y fundamentalmente en la educación superior; la crisis de la educación superior es, entonces, una crisis de cambio, de revisión a fondo de sus propósitos, de sus misiones, de su quehacer, de su organización y métodos de trabajo. Al respecto, Martínez, M. (1999) expresa que la crisis de los paradigmas científicos ha estallado de manera incontenible e inocultable. No solamente estamos en una crisis de los fundamentos del conocimiento científico, sino también del filosófico, y, en general, ante una crisis de los fundamentos del pensamiento.

Corroborra Rivas B. (1998) al plantear que el paradigma tradicional, que ha dominado en los últimos años la teoría y la praxis educativa, ha agotado su potencia y necesita de una nueva concepción.

Estamos en medio de un gran cambio de paradigma. El paradigma se convierte, así, en un principio filosófico direccionador del conocimiento y de la existencia humana, que a decir de Kuhn (1971) en su célebre obra, *The structure of scientific revolutions* el paradigma admite pluralidad de significados y diferentes usos: “Es una red de creencias teóricas y metodológicas, valores, ideas, técnicas y procedimientos compartidos por una comunidad científica para solucionar problemas”. (p. 13).

El paradigma epistémico (Martínez, M. 1999 y Guba, E. 1990) actual ha ido logrando una serie de metas que pueden formar un conjunto de postulados en donde toda observación es relativa desde el punto de vista del observador, planteados por Einstein; toda observación se hace desde una teoría (Hanson); toda observación afecta al fenómeno observado (Heisenberg); no existen hechos, sólo interpretaciones (Nietzsche); ninguna ciencia está capacitada para demostrar científicamente su propia base (Descartes); ningún sistema matemático puede probar los axiomas en que se basa (Godel); la pregunta ¿qué es ciencia? No tiene respuesta científica (Morín). Estas ideas conforman una plataforma y una base lógica conceptual para asentar todo proceso racional con pretensión científica.

En el contexto actual y, particularmente en el desarrollo académico de las ciencias de la física teórica y experimental, es indispensable definir una sólida postura epistemológica y procedimientos metodológicos pertinentes que permitan orientar la construcción del conocimiento de problemas de la realidad, mediante la investigación científica.

En este contexto, uno de los principales propósitos del trabajo de la física experimental, y coincidiendo con los planteamientos de Salinas (1996), es concebir a las prácticas de laboratorio como investigaciones colectivas en torno a situaciones problemáticas que sean de interés de los estudiantes, en las cuales los estudiantes desempeñan el rol de investigadores noveles y, el docente, en el tutor de acompañamiento académico e investigativo que orienta el proceso de modo coherente con un tratamiento científico de la problemática en cuestión, evidenciando así la interrelación entre conceptos, hipótesis, teorías y observaciones.

Además, desde la perspectiva vygotskiana que hace referencia a la interacción social en los procesos de aprendizaje y de pensamiento (Vygotsky, 1978). Los procesos de pensamiento se originan en actividades mediadas socialmente, principalmente a través del lenguaje. En consecuencia, los estudiantes necesitan oportunidades para aprender ciencias, y particularmente la física teórica y experimental, usando sus ideas y su pensamiento a través de la interacción con su entorno, compañeros y con el docente. Así, el trabajo de laboratorio se concibe como un lugar para el intercambio social, de exploración y expansión de las ideas, apoyados en métodos multidimensionales y multireferenciales de saberes teórico-epistemológicos, saberes metodológico-prácticos y saberes aplicativos crítico-reflexivos; pilares fundamentales para la producción y generación del conocimiento y desarrollo cognitivo.

Al respecto, Tipler, P. (1977) plantea que desde el punto de vista la mecánica newtoniana se pueden realizar diferentes análisis del mundo cuántico con ciertas aproximaciones que permiten estudiar, visualizar y analizar los campos eléctricos y particularmente las superficies equipotenciales, propósito del presente trabajo, considerando que los estudiantes tienen dificultades en la interiorización de esta temática los mismos que interpretan las interacciones electrostáticas, utilizando preferentemente el perfil conceptual coulombiano (Furió y Guisasola, 1998 citado por Del Valle, S., 2016). En este sentido, para el estudio de las superficies equipotenciales se inicia con el diseño, elaboración y construcción del prototipo; constituyéndose en una herramienta didáctica de apoyo en el proceso académico e inferencia de las leyes newtonianas partiendo de un análisis de comportamiento de cada uno de los factores o parámetros físicos que intervienen en este proceso de análisis.

El objetivo central de la investigación es diseñar y construir un modelo (prototipo) desde una perspectiva estructural y funcional, orientado al análisis e inferencia de principios y leyes de las superficies equipotenciales, sobrepasando el modelo de aprendizaje planteado por Gil, D. (1994) de la física experimental como investigación colaborativa, porque se parte del diseño y construcción de los dispositivos para el estudio de este fenómeno, identificando factores y parámetros físicos que conforman el dispositivo, a saber: cuerpos de prueba para la producción de líneas de fuerza de cargas puntuales, planas; diseño de prensas, bandeja prototipos para campos puntuales; lámina milimetrada (serigrafía), entre otros dispositivos, que permiten una participación interactiva entre los docentes y estudiantes. Para lo cual se inicia el proceso académico con el planteamiento de un cuerpo hipótesis de trabajo: a) el vector campo eléctrico E tiene en cada punto la dirección de la normal a la superficie equipotencial que pasa por dicho punto y b) durante la traslación en un segmento dl por un plano equipotencial, el potencial no varía.

Relación de magnitudes físicas, intensidad de campo eléctrico y potencial eléctrico

El campo eléctrico se conceptualiza como una magnitud vectorial E o de la magnitud escalar V . Entre estas dos magnitudes existe una relación determinada.

(Savéliev, I., 1982 y Hewitt, P., 1999). Si tomamos en consideración que el campo eléctrico \mathbf{E} es proporcional a la fuerza que actúa sobre la carga y que V es la energía potencial de dicha carga, en consecuencia esta relación es análoga a la que existe entre la energía potencial y la fuerza.

La fuerza \mathbf{F} está relacionada con la energía potencial por la ecuación:

$$\mathbf{F} = -\nabla W_p \quad (1)$$

Para una partícula cargada que se encuentra en un campo eléctrico, $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ y $W_p = qV$. Al reemplazar estos valores en la ecuación (1), obtenemos:

$$q\mathbf{E} = -\nabla(qV) \quad (2)$$

La constante q se puede sacar del signo del gradiente. Haciendo esto y simplificando después por q llegamos a la ecuación:

$$\mathbf{E} = -\nabla V \quad (3)$$

Que determina la relación entre la intensidad de campo eléctrico y el potencial.

Apoyándonos en la definición del gradiente se obtiene la ecuación:

$$\mathbf{E} = -\frac{\partial V}{\partial x} \mathbf{e}_x - \frac{\partial V}{\partial y} \mathbf{e}_y - \frac{\partial V}{\partial z} \mathbf{e}_z \quad (4)$$

Por consiguiente, en proyecciones sobre los ejes ortogonales, la relación (3) adquiere la forma:

$$\begin{aligned} E_x &= -\frac{\partial V}{\partial x} e_x; \\ E_y &= -\frac{\partial V}{\partial y} e_y; \\ E_z &= -\frac{\partial V}{\partial z} e_z \end{aligned} \quad (5)$$

Por analogía, la proyección del vector campo eléctrico \mathbf{E} sobre una dirección arbitraria \mathbf{l} es igual a la derivada de V respecto de \mathbf{l} tomada con signo contrario, es decir, a la velocidad de disminución del potencial durante la traslación a lo largo de la dirección \mathbf{l} se obtiene la ecuación:

$$\mathbf{E}_l = -\frac{\partial V}{\partial l} \quad (6)$$

De que la ecuación (6) es correcta podemos cerciorarnos fácilmente tomando la dirección \mathbf{l} como uno de los ejes de coordenadas y teniendo en cuenta la relación (5).

Vamos a explicar la relación (3) valiéndonos del ejemplo del campo de una carga puntual. Pasando las coordenadas cartesianas obtenemos la expresión:

$$\mathbf{V} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

La derivada parcial de esta función respecto de x es igual a:

$$\frac{\partial V}{\partial x} = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{x}{(x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{x}{r^3}$$

Análogamente

$$\frac{\partial V}{\partial y} = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{y}{r^3}, \quad \frac{\partial V}{\partial z} = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{z}{r^3}$$

Sustituyendo estos valores de las derivadas en la ecuación (4) se obtiene la expresión:

$$\mathbf{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{xe_x + ye_y + ze_z}{r^3} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{r}{r^3} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} e_r$$

La ecuación (2) permite hallar la intensidad del campo en cada punto por los valores conocidos de \mathbf{V} . También puede resolverse el problema inverso, o sea, dado los valores de \mathbf{E} en cada punto, hallar la diferencia de potencial entre dos puntos cualesquiera del campo. Para esto nos valemos de que el trabajo que realizan las fuerzas del campo sobre una carga q al trasladarla desde un punto 1 a un punto 2 se puede calcular como:

$$A_{12} = \int_1^2 q\mathbf{E}d\mathbf{l}$$

Al mismo tiempo, este mismo trabajo se puede representar de la forma

$$A_{12} = q(\mathbf{V}_1 - \mathbf{V}_2)$$

Igualando entre sí estas dos expresiones y simplificando por q , llegamos a la relación

$$V_1 - V_2 = \int_1^2 \mathbf{E} d\mathbf{l} \quad (7)$$

Esta integral puede tomarse a lo largo de cualquier línea que una los puntos 1 y 2, ya que el trabajo de las fuerzas del campo no depende del camino recorrido. Para el recorrido por un contorno cerrado y la ecuación (7) se transforma en la ecuación:

$$\oint \mathbf{E} d\mathbf{l} = 0 \quad (8)$$

(la circunferencia en el signo de integral indica que la integración se efectúa a lo largo de un camino cerrado). Advertimos que esta relación solo es válida para el campo eléctrico. Más adelante explicaremos que el campo de las cargas en movimiento (es decir el campo variable con el tiempo) no es de potencial y, por lo tanto, no cumple la condición (8) para éste.

Superficies equipotenciales

La superficie imaginaria cuyos puntos tienen todos los mismos potenciales eléctricos, se denomina superficie equipotencial.

Su modelo matemático se expresa por:

$$V(x,y,z) = cte$$

Durante la traslación en un segmento $d\mathbf{l}$ por un plano equipotencial, el potencial no varía ($dV = 0$). Por consiguiente, según la expresión:

$$E_t = -dV/dl = 0$$

El componente del vector \mathbf{E} , tangente a la superficie es nulo; implicando que el desplazamiento es perpendicular a una superficie equipotencial.

En el caso del potencial $V = kQ/r$ producido por una carga puntual Q en el origen, las superficies definidas por $r = \text{constante}$ son superficies equipotenciales. Las equipotenciales son superficies esféricas concéntricas y las **líneas de fuerza son en todos los puntos perpendiculares a las superficies equipotenciales.**

Si tenemos un campo eléctrico constante \mathbf{E} producido en el interior de un par de placas paralelas, la diferencia en el valor que toman el potencial eléctrico V y el campo eléctrico \mathbf{E} para distancias perpendiculares, la variación de dicho potencial eléctrico V varía en forma proporcional a la distancia.

Matemáticamente se expresa mediante la ecuación (3)

$$\mathbf{E} = -\nabla V \quad (3)$$

Que determina la relación entre la intensidad del vector campo eléctrico \mathbf{E} y el escalar potencial eléctrico V ; y el gradiente definido por el campo \mathbf{E} normal a una superficie.

Cabe mencionar que, en el interior de las placas paralelas, el conjunto de puntos geométricos que se obtienen tienen el mismo valor del potencial. A dichas superficies que cumplen con esas condiciones se las denomina superficies equipotenciales, y las líneas perpendiculares a esa superficie mostrarán la dirección del campo eléctrico.

Materiales y métodos

La metodología que se utilizó en el presente trabajo se apoyó en una investigación cuantitativa con doble estrategia de una investigación de campo, documental, observacional de carácter descriptivo y de tipo proyecto factible (Terán G. 2006).

El dispositivo de experimentación cuenta con insumos de calidad y bajo costo, a continuación, detallado:

Base de madera

Se fabricó una base de madera para colocar el recipiente de vidrio, esta base tiene las siguientes medidas:

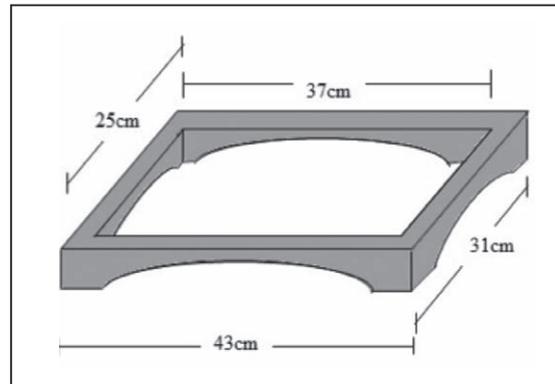


Figura 1. Soporte de madera.

Prensas metálicas

Las prensas fueron diseñadas en el taller de prototipos del Centro de Física con una lámina metálica de grosor 3 mm, contiene una abertura donde se coloca los cuerpos de prueba, también consta de dos tornillos moleteados para sujetar el cuerpo de prueba con la base de madera.

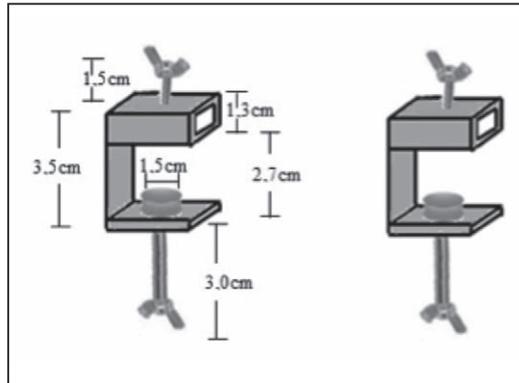


Figura 2. Prensas metálicas.

Cuerpos de prueba

Para el experimento se diseñaron dos cuerpos de prueba: (a) un par de placas paralelas de 15 cm de largo y 5 cm de ancho, para representar campos constantes y, (b) dispositivo de puntas para representar cargas puntuales dos cuerpos de prueba de 15 cm de largo; los soportes tienen una longitud de 15 cm y de ancho 1 cm.

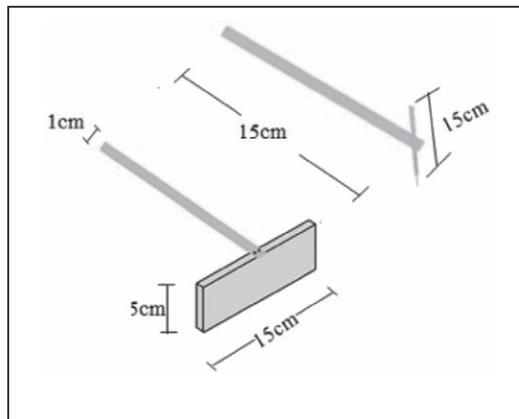


Figura 3. Cuerpos de prueba.

La figura a) es el cuerpo de prueba utilizado para medir los voltajes entre dos cargas paralelas.

La figura b) muestra el cuerpo utilizado para generar el fenómeno de cargas puntuales.

Para el desarrollo de la práctica experimental utilizar dos cuerpos de prueba iguales.

Recipiente de cristal

El recipiente de vidrio, se consideró en la experimentación del fenómeno físico, porque por sus características de estructura molecular no es buen conductor de electricidad.

Dicho recipiente tiene como dimensiones 35 cm de largo y 25 cm de ancho como se representa en la figura 4.



Figura 4. Recipiente de vidrio.

Placa de acrílico

Esta lámina de 30 cm de largo y 20 cm de ancho es serigrafiada en su base con una escala de -15 a 0 y de 0 a 15, con el propósito de que el estudiante tenga mayor facilidad durante la toma de datos.

Para ayuda de las mediciones en el prototipo se utiliza una hoja de papel milimetrada en acrílico para introducirla dentro del recipiente de cristal y poder colocar agua sobre ella para generar un medio conductor, poder realizar las medidas correspondientes durante el desarrollo de la misma. Con esta placa se puede observar claramente en qué posición se encuentran los voltajes en el plano de coordenadas X y Y.

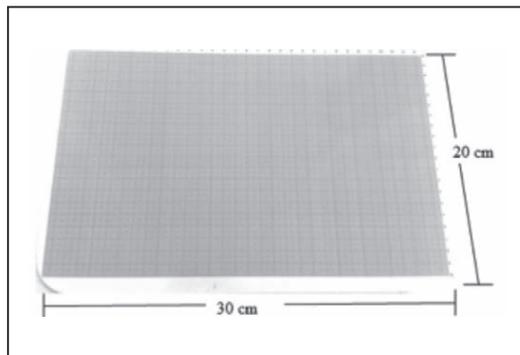


Figura 5. Lámina de acrílico.

Para el desarrollo de la experiencia se debe contar con una fuente de poder de corriente continua, un multímetro de alta precisión, conductores, pinzas lagartos y un recipiente con agua.

El circuito armado se muestra en la siguiente figura 6.

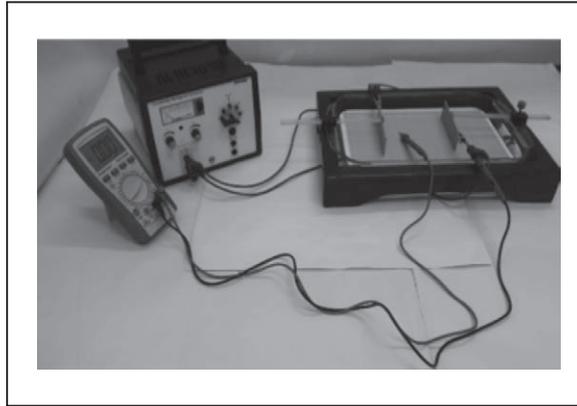


Figura 6. circuito de placas paralelas.

Resultados

Para la prueba de hipótesis planteadas a) el vector campo eléctrico E tiene en cada punto la dirección de la normal a la superficie equipotencial que pasa por dicho punto y b) durante la traslación en un segmento dl por un plano equipotencial, el potencial no varía, se inició el estudio determinando superficies equipotenciales con dos cargas puntuales y dos placas paralelas, obteniendo los siguientes resultados registrados en la tabla 1, para diferentes voltajes, alrededor de las cargas puntuales Q y Q^* y entre las placas positiva y negativa respectivamente.

Tabla 1. Resultados de cargas puntuales Q y Q^* y placas paralelas

Cargas Puntuales												Placas Paralelas									
2V		3V		4V		6V		7V		8V		4V		5V		6V		7V		8V	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
-8,9	0,0	-6,7	-0,5	-3,4	0,0	3,6	0,0	6,8	0,0	9,0	0,0	-5,3	-3,0	-2,7	-3,0	-0,4	-3,0	2,4	-5,0	4,7	-4,7
-8,7	0,6	-7,0	-1,9	-3,6	2,0	3,6	1,3	7,0	-0,9	9,2	0,9	-5,3	1,5	-2,7	-2,0	-0,6	-2,0	2,4	-4,0	4,7	-3,5
-9,0	1,2	-8,0	-3,5	-3,9	3,0	4,4	8,2	7,1	-1,2	10,0	1,5	-5,3	-1,0	-2,9	1,0	-0,4	1,0	2,4	-3,0	4,7	-2,0
-9,6	1,5	-9,4	-5,6	-4,4	5,5	4,0	5,0	7,4	-2,3	9,7	-1,5	-5,3	1,0	-2,7	4,0	-0,5	1,0	2,4	-2,0	4,7	-1,0

-9,0	-1,0	-6,7	-0,7	-4,4	7,2	3,9	-3,0	8,4	-3,6	9,0	-0,7	-5,3	-3,5	-2,7	3,0	-0,4	5,0	2,4	-1,0	4,7	1,0
-10,5	1,0	-6,9	2,2	-3,8	-2,0	4,3	-5,4	7,1	1,4	9,1	-1,0	-5,3	3,0	-2,8	-4,0	-0,4	-4,5	2,5	5,0	4,7	2,0
-10,5	-1,0	-7,4	3,8	-4,0	-4,3	4,8	-8,4	7,6	2,9	9,7	-1,5	-5,3	4,0	-2,7	-2,7	-0,4	1,0	2,4	3,0	4,7	3,5
-9,8	-1,2	-8,2	5,4	-4,4	-6,3	4,0	5,0	8,4	4,0	10,0	1,5	-5,4	6,0	-2,7	-2,7	-0,4	6,0	2,4	1,0	4,7	4,7

Con los datos de la tabla 1 se construyeron las gráficas de las superficies equipotenciales y líneas de campo.

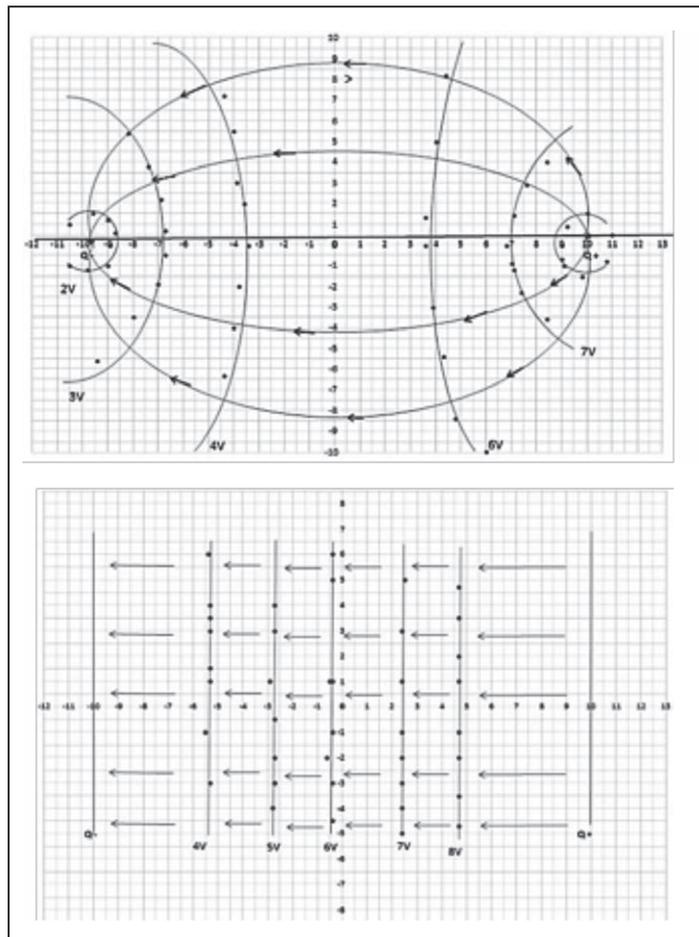


Figura 7. Superficies equipotenciales y líneas de campo de cargas puntuales.

Además, se determinó el campo eléctrico experimental de placas paralelas, midiendo las distancias entre la carga negativa de la placa y las diferentes líneas equipotenciales formadas debidas a la variación de cada voltaje. También se calcularon los mínimos cuadrados para obtener el valor del campo eléctrico con el error respectivo, como se registra en la tabla 2 y figura 8 respectivamente.

Tabla 2. Distancias medidas a cada voltaje y mínimos cuadrados

PLACAS PARALELAS				
Voltaje	Distancia	y^*y	x^*x	y^*x
(V)	(m)			
0	0,000	0,000	0,000	0,000
4	0,053	16,000	0,003	0,212
5	0,076	25,000	0,006	0,380
6	0,104	36,000	0,011	0,624
7	0,127	49,000	0,016	0,889
8	0,153	64,000	0,023	1,224
10	0,200	100,000	0,040	2,000

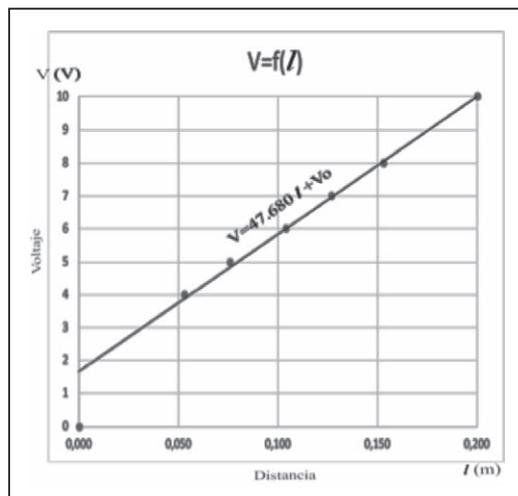


Figura 8. Valor del campo eléctrico.

Seguidamente se procedió a la construcción gráfica de voltajes versus distancias $V = f(l)$; obteniendo la ecuación de la recta con su respectivo error es la siguiente:

$$K = 47,680 \pm 3,490 \left(\frac{V}{m} \right)$$

Con dichos resultados se infiere que la relación de $V = f(l)$, representa una línea recta, en el cual el voltaje varía en forma directamente proporcional a la longitud.

Finalmente se calcula el campo eléctrico, tanto del valor teórico como del experimental, resumido en la tabla 3.

Tabla 3. Valores de la regresión lineal

Término	Estimación	Error estándar
Constante del modelo (b)	0,857	0,414
Pendiente (m)	47,680	3,490

Cálculo del valor teórico del campo eléctrico

Valor teórico

$$V_0 = 0$$

$$V_1 = 10$$

$$d = 0,20\text{m}$$

$$E = \frac{V_1 - V_0}{d}$$

$$E = \frac{10}{0,20} = 50 \left(\frac{V}{m} \right) = 50 \left(\frac{N}{C} \right)$$

Valor experimental

$$E = 47,68 \left(\frac{N}{C} \right)$$

Porcentaje de error

$$\%E_E = 4,64\%$$

Conclusiones

Con base en los hallazgos de la investigación, se estructura un cuerpo estable de ideas conclusivas:

El diseño y construcción de modelos o prototipos en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y particularmente el prototipo para el estudio de fenómenos de superficies equipotenciales, permite una interacción permanente y participativa entre el docente y el estudiante orientada a la construcción de conocimientos.

El aprendizaje de la física experimental debe concebirse como un proceso multi-dimensional y multireferencial, apoyado en métodos, estrategias y técnicas acordes a los paradigmas de aprendizaje de nueva tendencia, que potencien competencias investigativas y pensamiento crítico y reflexivo de los estudiantes, en el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

Mediante el uso del prototipo se probaron las hipótesis planteadas con un margen de error del % $E_E = 4,64\%$, para el caso de campos eléctricos producido por un par de placas; donde campo eléctrico E tiene en cada punto la dirección de la normal a la superficie equipotencial que pasa por dicho punto y en el proceso de la traslación en un segmento dl por un plano equipotencial, el potencial no varía.

Referencias

- [1] Del Valle, S. (2016). *La experimentación en el aprendizaje de la física. Su incidencia en la construcción de conceptos referidos a la óptica ondulatoria*. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas. Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología (NIECyT). Tandil.
- [2] Gil, D. (1994). Enseñanza de las Ciencias, nro. 11 (2), pp. 197/212. Trabajo presentado como conferencia en la International Conference on History of the Physical-Mathematical Sciences and the teaching of Sciences. Madrid.
- [3] Guba, E. (1990). *The paradigm dialog*. Nueva Delhi. U.S.A.: Sage Publications.
- [4] Hewitt, P. (1999). *Conceptos de física*, edición en español. Limusa Noriega Editores.
- [5] Kuhn, T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: FCE.
- [6] Martínez, M. (1999). *La nueva ciencia: Su desafío, lógica y método*. México: Editorial Trillas.
- [7] Rivas Balboa, C. (1998). *Nuevo paradigma para la teoría y praxis educacional*. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela: Investigación y Postgrado. Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- [8] Salinas, J. (1996). *Las prácticas de física básica en laboratorios universitarios*. Tesis Doctoral. Universitat de València. España.
- [9] Savéliev, I. (1982). *Curso de física general. Electricidad y magnetismo, ondas, óptica*. Moscú: Editorial MIR.
- [10] Terán, G. (2006). *Hacia una educación de calidad. El proyecto de investigación: Cómo elaborar*. Quito-Ecuador.

- [11] Tipler, P. (1977). *Física*. Barcelona: Editorial Reverté, S. A. (pp. 1098).
- [12] Vygotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Traducción del original ruso (1978). Ediciones Fausto. Disponible en <http://psikolibro.blogspot.com>

Control inteligente de un robot manipulador para colocación de objetos

Fausto Freire Carrera

Universidad Tecnológica Equinoccial
ffreire@ute.edu.ec

Milton Molina Cadena

Universidad Tecnológica Equinoccial
xav.1@hotmail.com

Olga Chadrina

Universidad Tecnológica Equinoccial
olga.chadrina@ute.edu.ec

Recibido: 01 de septiembre / *Aprobado:* 30 de noviembre 2017

Resumen

En este artículo se presenta los resultados de la implementación de un sistema informático que controla un robot manipulador Mitsubishi Melfa RV2AJ, para identificar figuras geométricas de color rojo, recoger y colocar en sus contenedores correspondientes, utilizando visión artificial, con parámetros del entorno controlados. El reconocimiento de objetos y asociación con un contenedor específico se realizó utilizando elementos de inteligencia artificial, y las herramientas de desarrollo utilizadas fueron OpenCV y Qt Creator. Los resultados obtenidos de aciertos de reconocimiento y colocación de los objetos en los contenedores fueron del 98,25%, existiendo un error del 1,75% debido a la similitud entre los objetos de forma circular y octangular.

Palabras clave: manipulador, robótica, reconocimiento, visión artificial.

Abstract

This article presents the results of the implementation of a computer system that controls a manipulating robot Mitsubishi Melfa RV2AJ, which identifies, collects and place red geometric figures in their corresponding containers using artificial vision with controlled environmental parameters. Object recognition and association with a specific container was performed using artificial intelligence elements, and the development tools used were OpenCV and Qt Creator. The results obtained from successful recognition and positioning of the objects in the containers were 98.25%, with an error of 1.75% due to the similarity between circular and octagonal objects.

Keywords: manipulator, robotics, recognition, artificial vision.

Introducción

Los avances de la inteligencia artificial aplicados a ingeniería en la actualidad son impresionantes, en parte debido al incremento del grado de complejidad de los algoritmos, herramientas y sistemas de cómputo que se utilizan.

La amplia utilización de manipuladores robóticos en la industria cada año se incrementa. Según la Federación Internacional de Robótica (FIR) el año 2015 se vendieron 248.000 unidades que representa un incremento del 12% con respecto al año anterior, lo que supone un auge mundial en la automatización, se espera que para el 2018 unos 2,3 millones de unidades entren en funcionamiento (FIR, 2016).

Los avances en las tecnologías de la información, enfocados a internet de las cosas, dará como resultado la aparición de fábricas pequeñas e inteligentes que permitan alcanzar altos estándares de producción flexible y rentable, esto obliga a que se incorporen sistemas de visión artificial, que garanticen una producción de calidad y niveles de seguridad, por esta razón surge la necesidad de integrar la visión artificial, con sistemas de control inteligente a los manipuladores robóticos.

Los sistemas de visión artificial permiten analizar, identificar y procesar, gran cantidad de información que pertenece al entorno de trabajo del manipulador, la información que se extrae corresponden a propiedades geométricas y tipos de materiales de los objetos, esto sin la necesidad de integrar costosos dispositivos adicionales, lo cual permite que los manipuladores puedan interactuar con el entorno y los objetos (Gómez-Allende, 1994).

En esta investigación la posición del efector final del manipulador se determina mediante el análisis de las imágenes obtenidas por una cámara acoplada a un extremo del manipulador.

Este tipo de control inteligente puede ser utilizado sobre líneas de producción en las que se requiera implementar un sistema de calidad o de clasificación.

La implementación de sistemas de control visual, por ejemplo en una industria, permitiría agilizar procesos, aumentar la productividad y reducir costes, dependiendo de la función que cumpla el sistema implementado.

Materiales y métodos

La metodología mecatrónica fue implementada para el desarrollo del trabajo y se compone de los siguientes elementos: análisis de requerimientos, desarrollo de los diseños, prototipo virtual, prototipo físico, pruebas y mantenimiento del sistema.

Para cumplir con los requerimientos del proyecto fue necesario considerar los siguientes aspectos:

El programa de reconocimiento artificial debe adquirir y clasificar la imagen del objeto acorde a su geometría, además de traducir la posición inicial y la final donde debe ser colocado el objeto en coordenadas físicas reales.

- La traducción de píxeles a una cantidad de medida real debe regirse por una resolución que permita tener una posición exacta del objeto, minimizando el error al trasladarlo de una posición a otra.
- El sistema de control para el posicionamiento del manipulador debe realizar la conversión de las coordenadas adquiridas por visión artificial en posiciones angulares para cada articulación como requerimiento para efectuar la cinemática de 5 grados de libertad presentes en el brazo robótico.

Robot manipulador

En la figura 1 se observa el robot angular de brazo articulado Melfa RV2AJ, diseñado para la manipulación y transporte de objetos. La estructura está compuesta de elementos rígidos conectados por uniones de rotación en una cadena cinemática abierta, la carga máxima en el extremo final es de 2 kg.

La estructura está compuesta por servomotores de corriente alterna que realimentan al sistema mediante codificadores de posición absoluta, lo que permite a la controladora conocer la velocidad de desplazamiento y la posición de cada articulación presentando una variación de ± 0.02 mm en la precisión final de todo el sistema.

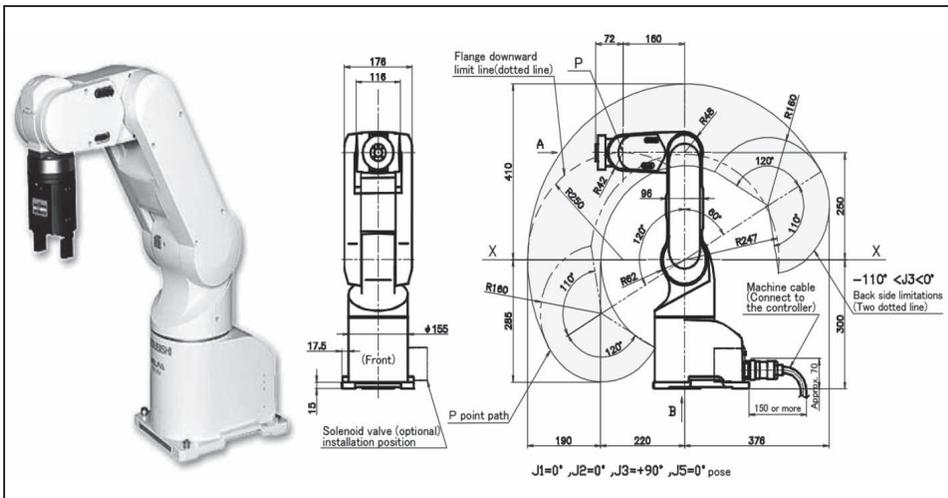


Figura 1. Robot Melfa RV2AJ (Mitsubishi Electric, 2001).

Las características del manipulador melfa RV2AJ permiten que tenga un rango de trabajo amplio, lo cual es necesario en este proyecto para posicionar el efector final a una altura adecuada para determinar la forma del objeto y la posición donde este será colocado.

Para este proyecto no se considera la velocidad de traslación del objeto como una variable requerida, únicamente se evidencia la eficiencia de traslación y la precisión para colocar el objeto en una posición final.

Para efectuar el movimiento del manipulador y controlar la posición y la orientación del efector final, se utilizó la cinemática inversa (resolución geométrica) figura 2, que permitió encontrar el valor angular para cada articulación, partiendo del conocimiento de las coordenadas donde debía ubicarse el efector final del manipulador.

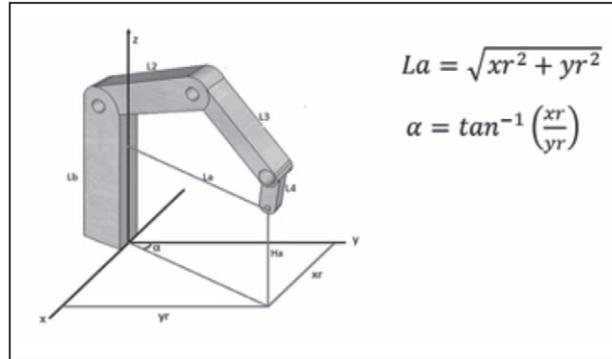


Figura 2. Ubicación espacial efector final.

Para obtener los valores de x_r , y_r se utilizó visión artificial y de esta manera reconocer la forma del contenedor del objeto y adquirir las coordenadas del centro. Esto convierte a la cámara colocada en el extremo del robot en un sensor de posicionamiento, de las imágenes capturadas se realiza la traducción de píxeles a medidas reales obteniendo así las coordenadas para posicionar el efector del robot

Para realizar el cálculo geométrico que describa la cinemática del manipulador se considera que el movimiento se restringe a la posición que muestra la figura 3, es decir las articulaciones se encuentran en un rango angular positivo, porque la tarea que realiza el robot es manipular objetos en el plano (x, y).

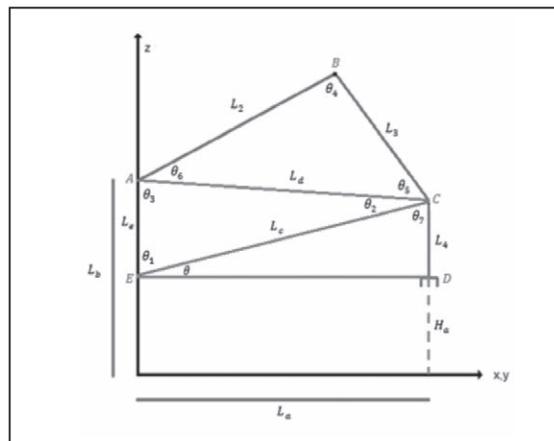


Figura 3. Configuración geométrica de movimiento.

La solución geométrica encontrada es válida siempre que el ángulo θ_3 sea menor de 90 grados, en caso de ser diferente la ecuación empleada para la resolución del triángulo (A, C, E) sería errónea, dando como resultado valores angulares para la cinemática diferentes a los esperados, es necesario considerar que el extremo final del manipulador siempre cumplirá la condición de perpendicularidad hacia el plano (x, y), porque al instante de colocar el objeto se requiere que este sea paralelo con la superficie del contenedor. Mediante la caracterización de los triángulos que conforman la geometría del manipulador se obtiene como resultado el valor angular de cada articulación con lo cual se puede acceder a una posición cinemática que cumpla los requerimientos del proyecto en cuanto precisión para la colocación de los objetos.

Como se muestra en la figura 4, finalmente se obtiene las posiciones angulares para cada articulación deducida por el complemento existente entre el eje de movimiento y los ángulos θ anteriormente ya calculados.

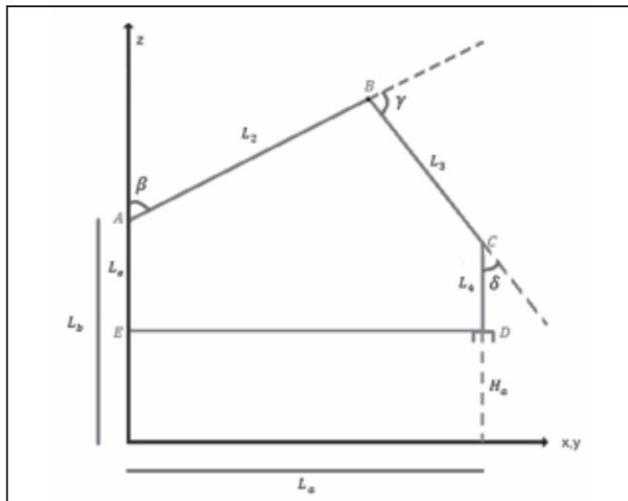


Figura 4. Posición angular final.

Procesamiento de las imágenes

La entrada al sistema de visión artificial es una imagen obtenida por una cámara digital, mientras que la salida es una serie de comandos, para que el robot pueda interactuar en tiempo real con el entorno y se adapte a los cambios que se presenten.

Para el procesamiento de imágenes se realizaron los siguientes pasos:

- Conversión de RGB a HSV
- Umbralización de imagen HSV
- Binarización de la imagen
- Erosión y dilatación de la imagen
- Segmentación

Reconocimiento de formas

En esta etapa ingresan dos imágenes preprocesadas las cuales contienen por separado la información de la forma del objeto que será manipulado por el robot y las formas de los contenedores destino, figura 5.



Figura 5a. Objeto a ser manipulado.



Figura 5b. Contenedor.

Posteriormente se extraen los momentos invariantes de Hu de cada imagen, para encontrar los parámetros propios correspondientes a las geometrías que describen a cada uno.

Los momentos invariantes pueden ser considerados como un promedio ponderado de los píxeles de una imagen, a partir de los momentos geométricos que presentan características de varianza ante la rotación y escalamiento.

Donde μ_{pq} es el momento geométrico de orden $(p+q)$, $f(x,y)$ es el valor del pixel en la posición (x,y) de la imagen y (\bar{x},\bar{y}) es el centroide de la misma. A partir de estos momentos se obtiene un momento de orden $(p+q)$ que es invariante al escalamiento. Al obtener como resultado una matriz en la que consta los momentos para todas las imágenes segmentadas se realiza una diferencia ponderada para elegir qué valor es el más cercano al objeto a manipular, de esta manera se obtiene un solo valor porcentual próximo que relaciona dos geometrías cumpliendo con la asociación de objetos.

$$n_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{1 + \frac{p+q}{2}} \mu_{00}$$

En la figura 6a, se puede apreciar la imagen del contenedor y del objeto (triángulo con punto en el centro) a ser colocado; en la figura 6b, se puede apreciar el reconocimiento que realiza el sistema definiendo la forma y posición en el contenedor.

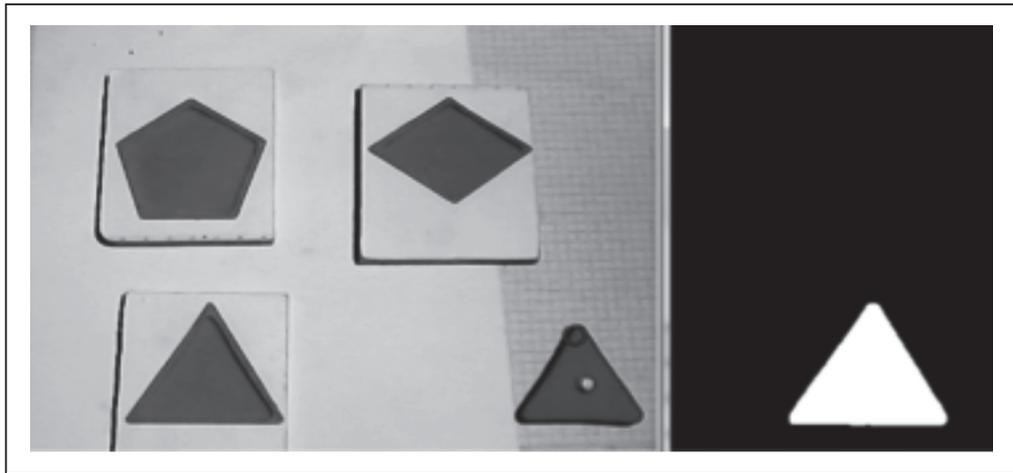


Figura 6a.

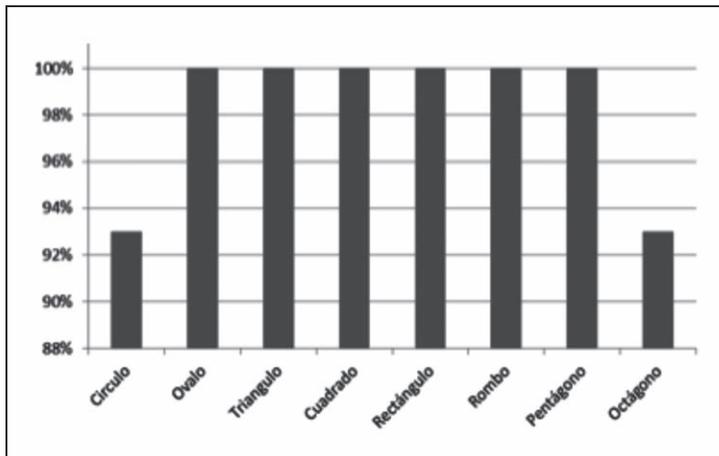
Figura 6b.

Resultados

En la tabla 1 se presenta los resultados del reconocimiento con diferentes objetos. Existe un error de reconocimiento correspondiente al 1,75%, entre los objetos de forma circular y los de forma octangular, es decir aproximadamente un error por cada 14 aciertos, lo cual demuestra la efectividad del proceso propuesto, con los demás objetos el reconocimiento es del 100%.

Tabla 1. Resultado de pruebas de reconocimiento

Formas geométricas	Intentos	Aciertos
Círculo	15	93%
Óvalo	15	100%
Triángulo	15	100%
Cuadrado	15	100%
Rectángulo	15	100%
Rombo	15	100%
Pentágono	15	100%
Octágono	15	93%

**Figura 7.** Resultados de reconocimiento.

Conclusiones y recomendaciones

La implementación de sistemas inteligentes de control sobre manipuladores articulados permite realizar tareas complejas repetitivas a base de un conocimiento experimental sin la necesidad de la intervención de un agente externo de control.

La efectividad en cuanto al reconocimiento de formas depende de la calidad de imagen obtenida tanto en la etapa de pre-procesamiento y acondicionamiento como también de la etapa de extracción de características, conservando la menor cantidad posible

de ruido ya sea este inducido por el entorno o por los algoritmos de procesamiento.

El porcentaje de aciertos del sistema es del 98,25%, existiendo problemas de reconocimiento entre el octágono y el círculo.

El momento de Hu es un buen instrumento matemático para realizar reconocimiento de objetos.

Referencias

Federación Internacional de Robótica (2016). www.fir.com

Gómez-Allende, D. M. (1994). *Reconocimientos de formas y visión artificial*. Addison-Wesley Iberoamericana.

Implementación de un sistema de monitoreo y control de actuadores eléctricos AUMA utilizando protocolos de comunicación industrial Modbus RTU y Modbus TCP/IP

Ricardo Defas

Universidad Central del Ecuador
ricardodefás@gmail.com

Andrés Guzmán

AUMA Andina&Centroamérica
guzmanh.andres@gmail.com

Recibido: 01 de septiembre / *Aprobado:* 30 de noviembre 2017

Resumen

El presente artículo propone el diseño e implementación de un sistema de monitoreo de actuadores eléctricos para la empresa AUMA Andina&Centroamérica con el fin de supervisar todas las variables de control provenientes de una red de actuadores eléctricos diseñados con interfaces de comunicación Modbus RTU. Los enlaces de comunicación son entablados haciendo uso de buses de campo sobre los cuales se controla los procesos que intervienen en la automatización de actuadores eléctricos. El equipo principal utilizado para gestionar todos los enlaces de comunicación es el controlador SIMATIC S7-1200 de Siemens, al cual se le incluye las tarjetas de comunicación CM 1241 para interface Modbus, con lo cual se logra el intercambio de datos de forma serial a través del estándar RS-485. La programación del proceso y la configuración de los protocolos industriales se realiza a través de las herramientas y librerías del software TIA Portal V13, y como herramienta de visualización de resultados del proceso de control se utiliza la pantalla Red Lion G306A (HMI) que se programa mediante el software Crimson 3.0. Todos los equipos antes mencionados se integran en un tablero de control de baja potencia diseñado bajo las normas

IEC 61439-1 e IEC 61439-2, el cual incluye todos los elementos de maniobra y protección necesarios para un proceso de control.

Palabras Claves: redes de campo industrial, AUMA, Modbus, Profibus.

Abstract

The present article proposes the design and implementation of a monitoring system for electric actuators for the company AUMA Andina & Centroamérica in order to supervise all control variables of a field network of electric actuators designed with Modbus RTU communication interfaces. The communication links are made using field buses on which the processes involved in the automation of electric actuators are controlled. The device used to manage all communication links is the Siemens SIMATIC S7-1200 controller, which includes the communication cards CM 1241 for Modbus interface and CM 1243-5 for Profibus achieving the exchange of serial data through the RS-485 standard. The programming of the process and the configuration of the industrial protocols is done through the tools and libraries of the TIA Portal V13 software, and as a tool for visualizing the results of the control process the touch screen Red Lion G306A (HMI) is used, through the Crimson 3.0 software. All of the equipment mentioned above is integrated in a low power control board designed in accordance with standards IEC 61439-1 and IEC 61439-2, which includes all the maneuvering and protection elements required for a control process.

Keywords: industrial field networks, AUMA, Modbus, Profibus.

Introducción

AUMA, una empresa dedicada al diseño, fabricación y venta de actuadores eléctricos desde 1964 a nivel mundial, con presencia en Ecuador desde hace aproximadamente 4 años, busca desarrollar una plataforma que permita mostrar a los usuarios la operación de los actuadores eléctricos sin necesidad de estar en contacto directo con los mismos, sino de establecer un control a largas distancias.

Actualmente, la automatización industrial es un medio fundamental para mejorar el rendimiento y eficacia en todos los procesos industriales. Cuenta con numerosas ventajas como: aumentar la productividad de los recursos en las actividades manuales, obtener la información de un proceso de manera óptima, transmitir datos en tiempo real y reducir los costos de instalación y de equipos; esto se logra mediante el uso de buses de campo.

La implementación del módulo de comunicación de este proyecto busca cumplir los objetivos de la empresa AUMA, y lograr a través de un protocolo de comunicación muy eficiente, MODBUS RTU, la verificación de todas las variables que registran los actuadores eléctricos en un proceso industrial específico.

El módulo de comunicación monitorizará la información proveniente de una serie de actuadores eléctricos conectados en una línea de bus, tales como la posición de cada actuador o el porcentaje de apertura o cierre del mismo. El módulo obtendrá las señales de alarma o falla por temperatura, torque o error de comunicación. Esto se visualizará desde una interfaz gráfica, HMI.

Materiales y métodos

Fundamentación teórica

Protocolo Modbus

Modbus es un protocolo de mensajería de la capa de aplicación, es decir que ocupa el nivel 7 del modelo OSI. Tiene como principal función permitir la comunicación entre dispositivos de campo y control que estén conectados en diferentes tipos de buses o redes [1].

Entre las características que posee Modbus, podemos mencionar las siguientes [2]:

- Transmisión en la arquitectura Cliente/Servidor.
- El mecanismo de acceso al medio, a nivel de capa de enlace, es Maestro/Esclavo.
- Dispone desde 1 hasta 247 esclavos.
- El método de transmisión es Unicast.
- Usa códigos de funciones para enviar la operación a realizar por el esclavo.

- Protocolo público, compatible con varios dispositivos.

Modbus presenta dos variantes para la transmisión de datos: ASCII y RTU; de los cuales el protocolo Modbus RTU (*Remote Terminal Unit*) es el más usado, ya que presenta mayor rendimiento en la transmisión de datos, puesto que utiliza un sistema de codificación binario; respecto a ASCII [3].

La trama y codificación que usa Modbus RTU se muestra en la figura 1.

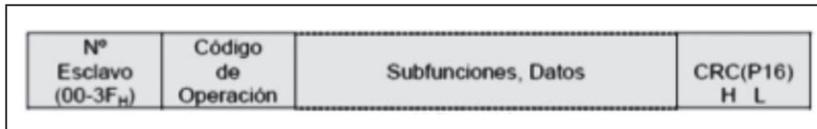


Figura 1. Codificación RTU [4].

Donde:

- Número de esclavo: Número de destinatario.
- Código de operación: Este campo envía qué operación se desea que realice el esclavo.
- Dirección, datos y subfunciones: En este campo se envía la información para ejecutar el código de operación seleccionado anteriormente.
- Control de errores CRC (Chequeo de Redundancia Cíclica): Dependiendo el modo de transmisión, se usa el sistema de detección de errores.

Protocolo Profibus DP

Profibus es un estándar de comunicaciones para el intercambio de datos a alta velocidad, está basado en la norma europea EN50170 y actualmente es considerado como el bus de campo más veloz para transmisión de datos [5].

El sufijo DP se establece por Decentralized Periphery, y define a aquellos dispositivos de campo, como sensores y actuadores, que están conectados mediante módulos de interfaces remotas (IM) al controlador principal (PLC) a través de un simple conductor de dos hilos (RS-485).

Estándar RS-485

RS-485 es un estándar de comunicaciones de bus de campo muy sencillo y de bajo costo de instalación. Comprende aquellas aplicaciones en las cuales se requiere alta tasa de transmisión de datos. Las características estándar son:

- *Cables*: Utiliza un par trenzado de cobre que admite comunicación half-duplex, incluye apantallamiento.
- *Velocidad de transmisión*: Se puede alcanzar velocidades de transmisión desde 9.6

kbps hasta 1.2 Mbps. La longitud máxima del medio de transmisión dependerá de la tasa de transmisión.

- **Conectores:** Físicamente en la red los equipos Profibus y Modbus son suplidos con conectores estándar sub-D de 9 pines (DB9). Las diferencias de conector macho y hembra se pueden apreciar en la figura 2.

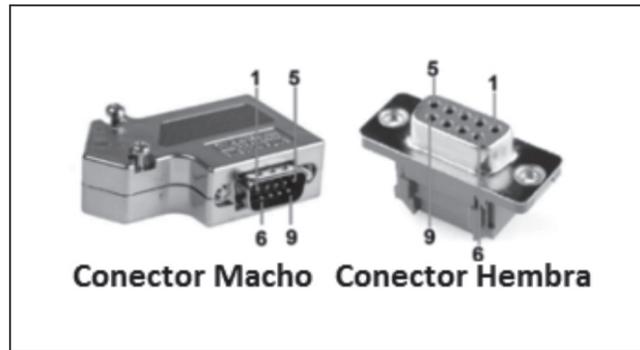


Figura 2. Conectores DB9 macho y hembra.

Los pines que se usa del conector DB9 para la comunicación se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Pines de conector DB9 profibus [6]

Pin	Nombre	Función
3	B-Line (+)	RxD/TxD positivo
5	GND	0 (V) aislado del circuito RS-485
8	A-Line (-)	RxD/TxD negativo

Topologías de red

La topología de red es la forma física en la que están conectados todos los equipos que conforman la red. En la industria se cuenta con varios tipos de topologías de las cuales se puede mencionar: red de anillo y red en estrella; pero una de las redes más utilizadas en aplicaciones de campo es la red en bus.

Como se puede observar en la figura 3, una red en bus tienen la característica de poseer un solo camino a través del interface físico.

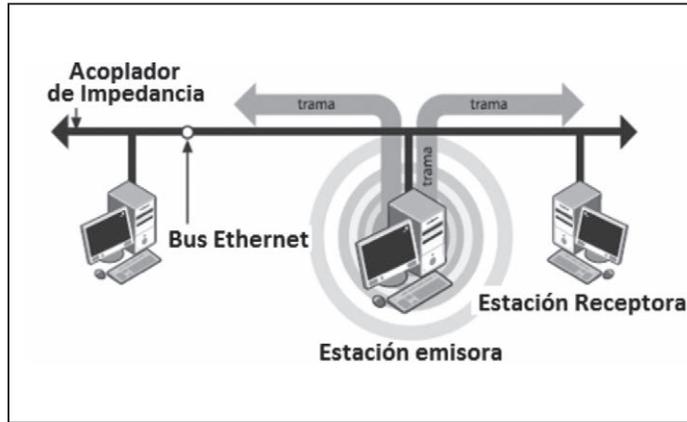


Figura 3. Red con topología en bus [7].

Entre los equipos que se conectan a la red, se puede mencionar ciertos equipos de medición como: sensores, transductores y actuadores; y equipos de control como PLC. Los actuadores eléctricos AUMA se consideran como dispositivos esclavos en la red de campo industrial, por lo tanto, serán descritos brevemente a continuación.

Actuadores eléctricos

Los actuadores eléctricos AUMA, como se observa en la figura 4, con una combinación de motor eléctrico y reductor, son desarrollados para automatizar válvulas. Estos transmiten el torque necesario para accionar una válvula de compuerta, de mariposa, de bola o de otro tipo.

Estos tipos de actuadores poseen un control, el cual registra datos de carrera y torque de la válvula. Este control es integrado con el protocolo de comunicación requerido para el respectivo proceso; mediante esta característica, el actuador eléctrico AUMA puede ser comandado remotamente desde el puesto de mando.



Figura 4. Actuadores eléctricos AUMA.

SIMA

La SIMA, equipo que forma parte de AUMA, es una estación maestra ideal para poder integrar actuadores a un sistema automatizado basado en protocolos de comunicación. Como se puede ver en la figura 5 [8].

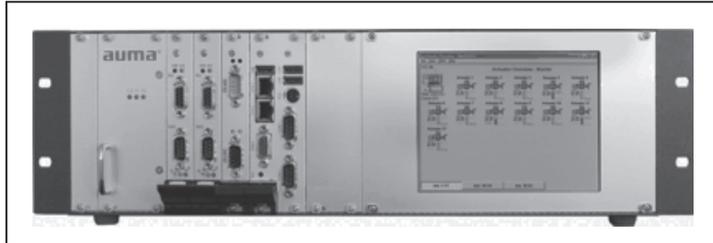


Figura 5. Estación maestra SIMA [8].

Diseño del sistema de comunicación

Arquitectura de red

La implementación y configuración de la red de comunicación parte de la conceptualización de una arquitectura de red, tal como se muestra en la figura 6. Tomando en cuenta los niveles que existen en un sistema de control, se puede mencionar los equipos requeridos para el proceso:

- A nivel de instrumentación de campo se cuenta con los esclavos de la red, conformado con varios actuadores eléctricos con interfaz Modbus, además de la SIMA.
- A nivel de control es necesario contar con un dispositivo programable PLC, que, como equipo principal, gestionará la comunicación con los demás equipos de la red.
- A nivel de supervisión, es preciso configurar una pantalla gráfica HMI que permitirá observar en tiempo real el estado de las variables del proceso, y permitirá enviar comandos hacia los demás dispositivos de la red.

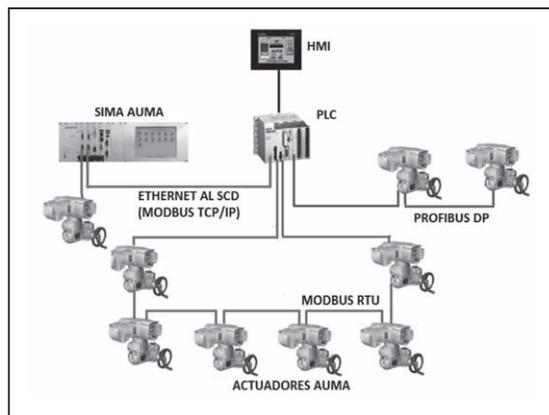


Figura 6. Arquitectura del sistema de comunicación.

A partir de esta información se obtienen los protocolos de comunicación necesarios para interconectar los equipos que constituyen el sistema de control, así:

- Protocolo Modbus RTU tipo serial para comunicación entre PLC y los actuadores eléctricos.
- Protocolo Modbus TCP/IP para comunicación entre PLC y el equipo de visualización (HMI) y SIMA.

Selección de equipos

Dispositivo lógico programable

Saber elegir el autómatas adecuado es un aspecto fundamental para que el proyecto alcance su objetivo. Por lo tanto, se dimensiona el PLC de tal forma que brinde todas las prestaciones del caso, y que incluya solo las funcionalidades necesarias para el control del proceso, de forma que este no encarezca.

La selección del PLC y sus características se realiza atendiendo a los siguientes requerimientos:

- Que soporte y permita manejar distintos protocolos de comunicación Modbus de forma serial (RS-485) y TCP/IP (cable Ethernet).
- Que tenga suficiente capacidad de programa y memoria.
- Que presente escalabilidad, de tal forma que permita añadir módulos de entradas/salidas y tarjetas de comunicación.

El autómatas seleccionado es el SIMATIC S7-1200 de Siemens con el CPU 1212C, tal como se muestra en la figura 7.



Figura 7. CPU 1212C [9].

Entre las principales características con que cuenta este autómata se mencionan las siguientes:

- Posee una memoria de trabajo de 50 (KB) y una memoria de carga de 1 (MB), las cuales son suficientes para un proceso eficiente.
- Tiene integradas 8 entradas digitales a 24 VDC y 2 entradas de voltaje analógicas, además de 6 salidas tipo relé.
- Permite la conexión de hasta 2 módulos de señales de entrada y salida, sin necesidad de alimentación externa para cada una, salvo casos excepcionales.
- Tiene capacidad de conexión de hasta 3 módulos de comunicación.
- El ciclo de proceso es de 0.04 (ms) por cada 1.000 instrucciones.

Tarjetas de comunicación

Para lograr la comunicación directa desde el PLC S7-1200 hacia los actuadores eléctricos es necesario añadir una tarjeta de comunicación al autómata de tal forma que permita manejar el protocolo de comunicación Modbus RTU a través del estándar RS-485.

El módulo de comunicación seleccionado es CM 1241 tal como se indica en la figura 8. Este módulo trabaja bajo el estándar RS-485 y permite incorporar el protocolo de comunicación Modbus RTU.



Figura 8. Módulo de comunicación CM 1241 [10].

A continuación se describen las características que presenta la tarjeta de comunicación:

- No requiere de alimentación externa. Al conectarse con el CPU 1212C obtiene alimentación directa del PLC.

- Norma de interface, RS 422/485.
- Puede conectar un equipo (actuador) hasta una distancia de 1.000 m [30].
- Protocolos soportados: Modbus RTU y ASCII.

Equipo de visualización HMI

Existen ciertos factores que determinan qué HMI es adecuado para cierta aplicación, entre los que se puede mencionar: resolución, memoria del proyecto de visualización, cantidad de variables y cantidad de pantallas. También es importante considerar que la comunicación con el S7-1200 se realizará a través el protocolo Modbus TCP/IP, por lo tanto, una de las condiciones que debe cumplir el equipo es que tenga integrado un puerto de comunicación Ethernet en su interface física. Debido a esto, el hardware escogido para la implementación del HMI es la pantalla gráfica Red Lion G306A, como se muestra en la figura 9.



Figura 9. Pantalla Red Lion G306A.

Las características técnicas de la pantalla se mencionan a continuación:

- Botones físicos frontales para configuración de “menús”.
- Manipulación táctil en la pantalla.
- Puerto Ethernet 10 base T/100 base-TX para configuración en red.
- Puerto USB para cargar el programa desde el PC.
- Capacidad de insertar una flash compacta para incrementar la capacidad de memoria.

- Alimentación de 24 VDC, con tolerancia de 20%.
- Memoria no volátil de 8 Mbyte, expandible mediante flash compacta.

Establecidos el hardware para visualización, el HMI podrá cumplir con las funciones para las que es diseñado, tales como:

- Comunicación con los dispositivos en campo.
- Visualización de variables a través de objetos animados.
- Enviar y análisis las señales para el proceso.
- Control limitado de ciertas variables del proceso.

Comunicación mediante protocolo Modbus RTU

Control de actuadores. Registros de entrada y salida para Modbus

El control sobre los actuadores se realiza a través de la manipulación de registros de datos almacenados en la memoria interna de la interface Modbus. Se sabe que un registro de datos puede almacenar distintos tipos de números, que pueden ser: enteros, flotantes, constantes, entre otros; y que para ser accedidos necesitan contar con una dirección específica en la memoria de la interfaz. De esta forma, un actuador Modbus puede ser manipulado a través de los registros que se muestran en la tabla 2 y tabla 3, que, como se observa, son del tipo palabra (word) y por lo tanto, constan de 16 bits de datos.

Tabla 2. Registros de salida [11]

Offset (Decimal)	Contenido de los registros																																																	
1000	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="8">Byte 1: Commands (High byte)</th> <th colspan="8">Byte 2: E3 (Reserve) (Low byte)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> </td><td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td><td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Bit 15</td><td style="text-align: center;">Bit 14</td><td style="text-align: center;">Bit 13</td><td style="text-align: center;">Bit 12</td><td style="text-align: center;">Bit 11</td><td style="text-align: center;">Reset</td><td style="text-align: center;">Remote SETPOINT</td><td style="text-align: center;">Remote CLOSE</td><td style="text-align: center;">Remote OPEN</td><td style="text-align: center;">Bit 7</td><td style="text-align: center;">Bit 6</td><td style="text-align: center;">Bit 5</td><td style="text-align: center;">Bit 4</td><td style="text-align: center;">Bit 3</td><td style="text-align: center;">Bit 2</td><td style="text-align: center;">Bit 1</td><td style="text-align: center;">Bit 0</td> </tr> </tbody> </table>	Byte 1: Commands (High byte)								Byte 2: E3 (Reserve) (Low byte)																								Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Reset	Remote SETPOINT	Remote CLOSE	Remote OPEN	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Byte 1: Commands (High byte)								Byte 2: E3 (Reserve) (Low byte)																																										
Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Reset	Remote SETPOINT	Remote CLOSE	Remote OPEN	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0																																		
1001	<p style="text-align: center;">Byte 3: Set Point position (<i>High byte</i>) Byte 4: Set Point position (<i>Low byte</i>)</p>																																																	

A través de la manipulación de los *registros de salida* de la tabla 2, se lleva a cabo solamente uno de los cuatro comando permitidos en el actuador:

- Apertura (*Remote Open*)
- Cierre (*Remote Close*)
- Alcanzar Set Point (*Remote Set Point*)
- Paro (*Reset*)

El registro con dirección 1000 indica la operación a realizar. Por ejemplo, para abrir al actuador se deberá setear el valor de 1L (uno lógico) en el bit 9 de este registro y automáticamente el actuador realizará la acción.

El registro 1001 se utiliza para configurar un valor de consigna (Set Point), en caso que el operador desee realizar la operación “Alcanzar Set Point”. Este valor deberá ser almacenado previamente en este registro como un número entero entre 0 y 1000 que corresponde al porcentaje de apertura o cierre entre 0% (totalmente cerrado) a 100% (totalmente abierto).

Tabla 3. Registros de entrada [11]

Offset (Decimal)	Contenido de los registros																																
1000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">Byte1: Logical signals</th> <th colspan="8">Byte 2: Actuator signals</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fault ind.</td> <td>Warning ind.</td> <td>Running CLOSE</td> <td>Running OPEN</td> <td>Not ready ind.</td> <td>Setpoint reached</td> <td>Closed position</td> <td>Open position</td> <td>TSC (DSR)</td> <td>TSO (DOEL)</td> <td>LSC (WSR)</td> <td>LSO (WOEL)</td> <td>Local sw. position</td> <td>Remote sw. position</td> <td>Loss of phase</td> <td>Thermal fault</td> </tr> </tbody> </table>	Byte1: Logical signals								Byte 2: Actuator signals								Fault ind.	Warning ind.	Running CLOSE	Running OPEN	Not ready ind.	Setpoint reached	Closed position	Open position	TSC (DSR)	TSO (DOEL)	LSC (WSR)	LSO (WOEL)	Local sw. position	Remote sw. position	Loss of phase	Thermal fault
Byte1: Logical signals								Byte 2: Actuator signals																									
Fault ind.	Warning ind.	Running CLOSE	Running OPEN	Not ready ind.	Setpoint reached	Closed position	Open position	TSC (DSR)	TSO (DOEL)	LSC (WSR)	LSO (WOEL)	Local sw. position	Remote sw. position	Loss of phase	Thermal fault																		
1001	Byte 3: E2 Actual position (high byte) Byte 4: E2 Actual position (low byte)																																
1002																																	

En la tabla 3 se muestran los *registros de entrada* de los actuadores, los cuales corresponden a la información general de cada uno de ellos, esto es: estado actual del actuador (1002), el estado de sensores internos, recorrido actual (registro 1001), y también da acceso a indicaciones de falla y alarmas (registro 1000).

Con esta información, y dependiendo de la acción que se desee realizar sobre los actuadores, se deberá implementar las funciones pertinentes para lectura de registros de entrada o escritura de registros de salida en el autómata programable PLC y de esta forma controlar a los actuadores de forma oportuna.

Configuración de equipos: PLC S7-1200 y módulo de comunicación CM 1241

El primer paso para construir la red Modbus, desde el S7-1200, es realizar la con-

figuración del módulo de comunicación CM-1241. Esto se logra a través de la instrucción MB_COMM_LOAD. Posteriormente, para la operación de este dispositivo como maestro RTU en la red, se hace uso de la instrucción MB_MASTER.

MB_COMM_LOAD: Se configura a través de esta instrucción el puerto de comunicación del CM 1241 para transmitir mediante Modbus RTU. En la figura 10 se muestra el bloque de instrucción mencionado.

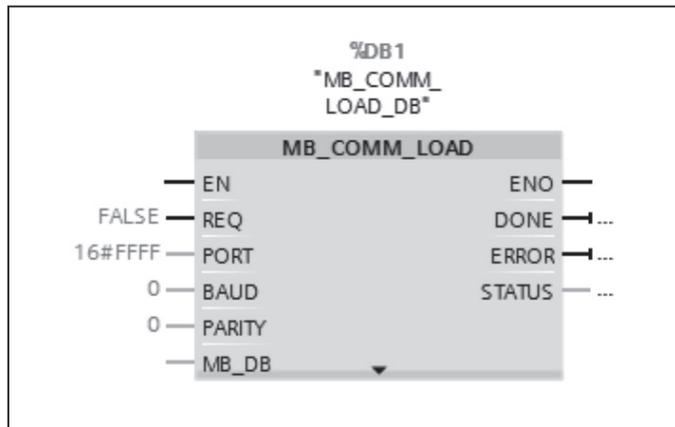


Figura 10. Instrucción MB_COMM_LOAD.

Este bloque tiene como funciones:

- Seleccionar el puerto del módulo de comunicación.
- Establecer los parámetros de transmisión para la comunicación.
- Definir si operará como maestro o esclavo.

En la tabla 4 se describen los parámetros y los tipos de datos utilizados en el bloque de instrucción anterior.

Tabla 4. Descripción de parámetros de la instrucción MB_COMM_LOAD.

Parámetro	Declaración	Tipo de Dato	Descripción
PORT	IN	Port	Identificación de hardware
BAUD	IN	UDInt	Velocidad de transmisión en baudios.
PARITY	IN	UInt	Tipo de paridad: 0: No paridad 1: Impar 2: Par
MB_DB	IN	Variant	Referencia del bloque de datos de instancia usado por el MB_MASTER.

MB MASTER: Se utiliza para definir como dispositivo maestro Modbus al módulo de comunicación. Tiene como funciones:

- Direccionar al dispositivo esclavo a transmitir.
- Establecer el código de función a ejecutar.
- Definir la zona de almacenamiento de los datos enviados o recibidos.

En la figura 11 se observa el bloque de instrucción MB_MASTER, el cual asigna automáticamente un bloque de datos de instancia DB.

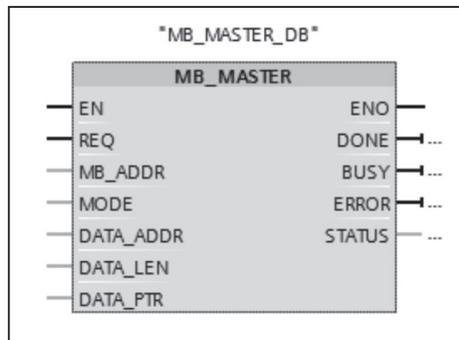


Figura 11. Instrucción MB_MASTER.

Después de insertar los módulos de comunicación, se asigna un **nombre simbólico** y un **identificador de hardware** a cada puerto del módulo.

Los parámetros configurados para la red Modbus son los siguientes, tal como se puede observar en figura 12:

- *Velocidad de transmisión:* 38400 bps.
- *Paridad:* par.

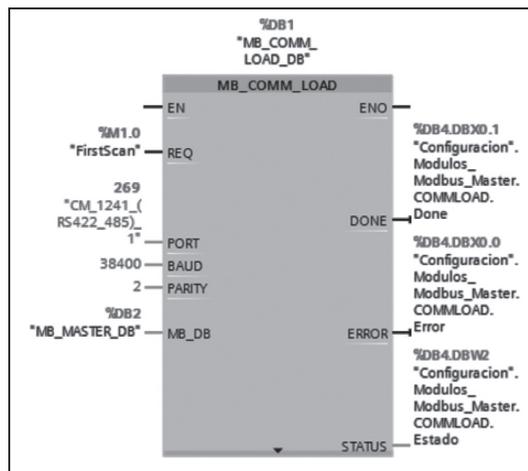


Figura 12. Configuración de parámetros de CM-1241.

Implementación de funciones de lectura. Función Modbus 04

La función de lectura permite que el dispositivo “maestro” obtenga las variables que genera el proceso en los actuadores eléctricos.

Para configurar esto en el bloque de instrucciones MB_MASTER, el parámetro de entrada MODE debe tomar el valor “0”; el parámetro de entrada DATA_LEN, el valor “15”; y el DATA_ADDR, el valor “30001”. De esta manera se tiene acceso a los registros desde 30001 hasta 30015.

Se debe agregar un valor decimal “offset”, que dependerá del dispositivo “esclavo” en la red Modbus. En este caso, los actuadores eléctricos AUMA, tienen el valor igual a 1000. De esta manera, queda configurado el bloque MB_MASTER con los parámetros de entrada y salida, tal como se puede observar en la figura 13.

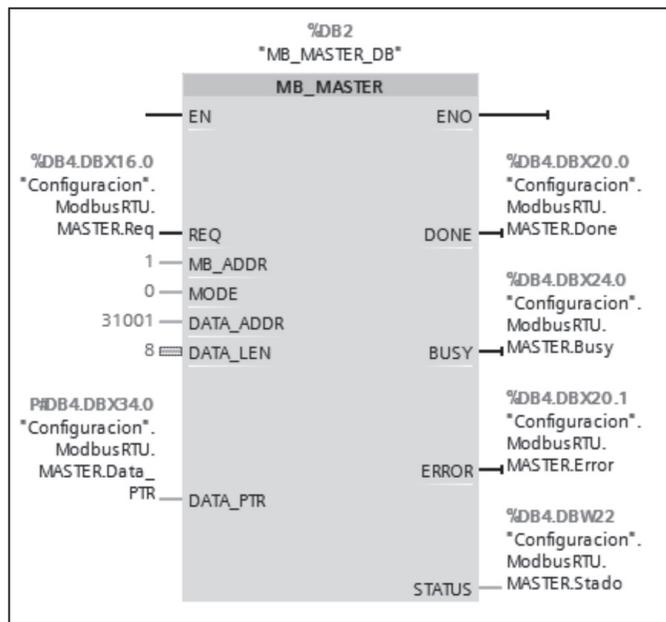


Figura 13. Función de Lectura, Modbus 04.

Los parámetros más sobresalientes se mencionan a continuación:

Dirección del esclavo (MB_ADDR)	►	1
Tipo de petición (MODE)	►	0 (Lectura)
Dirección inicial (DATA_ADDR)	►	31001
Longitud de datos (DATA_LEN)	►	8

El dato asignado en DATA_LEN, como se explicó anteriormente, proporciona la longitud de direcciones que recibirá el dispositivo maestro. Como ejemplo de grá-

fico, si el dato es 8, proporciona que se obtengan los datos de las direcciones desde 31001 hasta 31008.

Los registros leídos se almacenan en una zona específica de un bloque de datos. Para ello se crea un bloque de datos DB general llamado “Configuración” y la zona de almacenamiento interna se establece con el nombre “Data_PTR”. Resta vincular esta zona de almacenamiento al parámetro DATA_PTR de la función MB_MASTER. Como se puede observar en la figura 14.

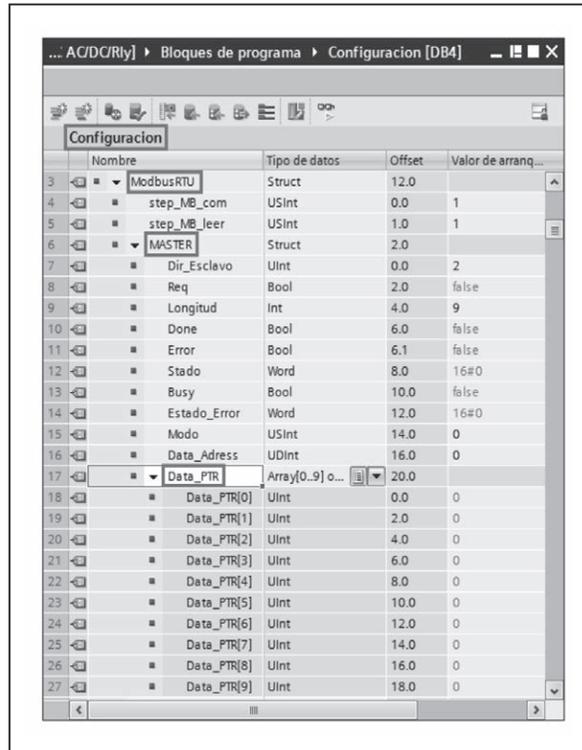


Figura 14. Zona local de almacenamiento de los datos leídos con la función Modbus 04.

Este proceso se repite para todos los actuadores de la red Modbus. Simplemente se varía la dirección del esclavo bajo el parámetro “MB_ADRR”. El control del proceso de lectura para cada actuador se hace mediante el parámetro “DONE”. Cuando este bit se ponga en “TRUE”, entonces los datos están disponibles en el buffer de entrada (DATA_PTR). Los registros leídos se envían al HMI para su visualización haciendo uso de una interfaz más amigable para operador.

Implementación de funciones de escritura. Función Modbus 16

La función de escritura permite que el dispositivo “maestro” envíe, por medio de dos registros tipo Palabras, la operación que desea que ejecute un dispositivo “esclavo”.

Para configurar esto en el bloque de instrucciones MB_MASTER, el parámetro de entrada MODE debe tomar el valor "1"; el parámetro de entrada DATA_LEN, el valor "2"; y el DATA_ADDR, el valor "41001". De esta manera se tiene acceso a los registros desde 41001 hasta 41002. Como se puede ver en la figura 15.

- Dirección del esclavo (MB_ADDR) ▶ 1
- Tipo de petición (MODE) ▶ 1 (Escritura)
- Dirección inicial (DATA_ADDR) ▶ 41001
- Longitud de datos (DATA_LEN) ▶ 2

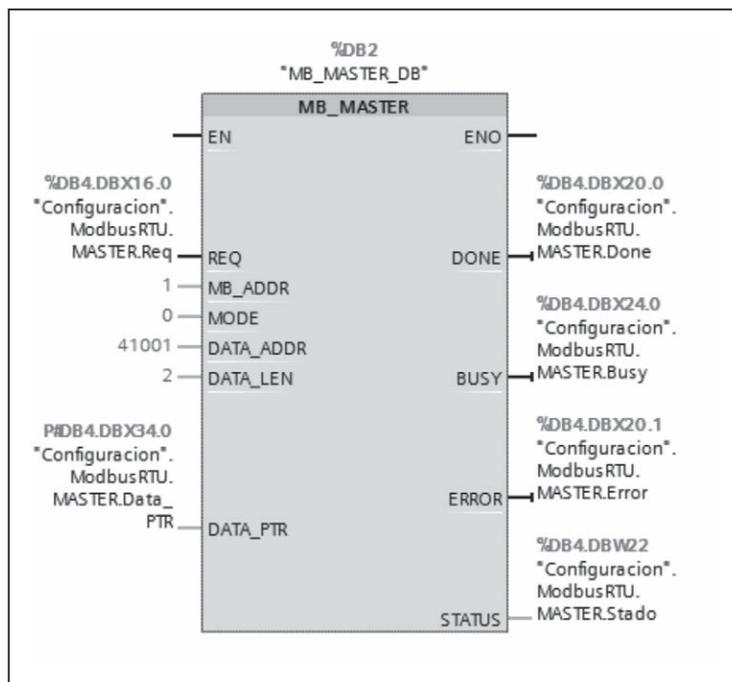


Figura 15. Ajuste de 2 registros de entrada con la función Modbus 16.

De igual forma que el caso anterior, el parámetro DATA_ADDR se ajusta al valor 41001 debido a que la dirección offset (decimal) del primer registro de salida del actuador tiene la dirección 1000.

En la tabla 5, se muestra todos los posibles valores usados para comandar los actuadores vía registros de salida.

Tabla 5. Valores para comandos en actuador

Valor del Registro de Salida 41001		Respuesta del Actuador
Decimal	Hexadecimal	
256	16#100	Abre
512	16#200	Cierra
1024	16#400	Alcanza Set Point
2048	16#800	Para

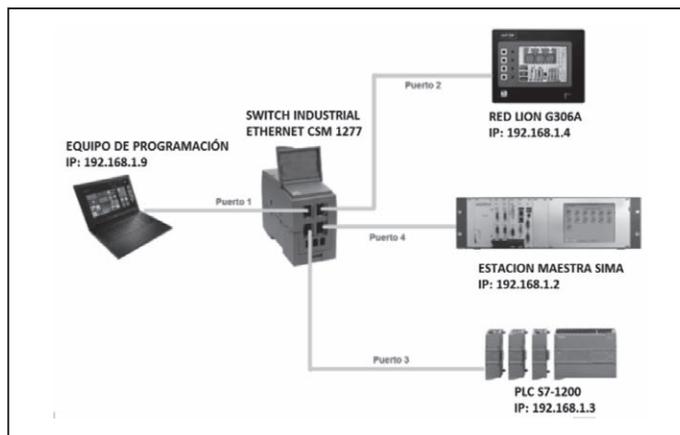
Debido a que el tipo de dato que se declara para estos registros es “UInt” (entero sin signo), los valores que se usan son decimales. El valor del registro 41002 (Set Point), debe ser un valor decimal entre 0 y 1000, donde 0 representa cierre total del actuador, y 1000 es apertura total.

Comunicación mediante protocolo Modbus TCP/IP

Modbus TCP está basado en la arquitectura cliente/servidor a nivel de capa de aplicación, por lo tanto, para implementar una red de comunicación TCP es importante establecer inicialmente cuáles serán actores que conforman la red, su función y el direccionamiento respectivo.

Como se muestra en la figura 16, la red TCP cuenta con tres equipos aptos para comunicarse bajo el protocolo Modbus TCP/IP, estos son:

- PLC SIMATIC S7-1200
- Pantalla Táctil Red Lion G306A
- Estación Maestra SIMA

**Figura 16.** Arquitectura de Red LAN.

Como se mencionó inicialmente, el PLC SIMATIC S7-1200 será el equipo que realice la gestión de la comunicación entre todos los dispositivos que conforman la red, por lo tanto, se establece que el autómatas adopte la función de cliente Modbus TCP y que los equipos restantes operen como servidores.

Con esto, la red implementada se considera como una red de área local (LAN) y a cada equipo le será asignado una máscara de subred y una dirección IP, tal como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Direcciones IP de los equipos de la red TCP

Equipo	Dirección IP	Máscara de Subred
PLC SIMATIC S7-1200	192.168.1.3	255.255.255.0
Pantalla Táctil Red Lion G306A	192.168.1.4	
Estación Maestra SIMA	192.168.1.2	
Equipo de programación (PC o laptop)	192.168.1.9	

Como se observa en la tabla 3, la red también incluye el equipo de programación para el S7-1200, representada por un PC o laptop.

Configuración S7-1200 como cliente Modbus TCP

El Simatic S7-1200 se configura como cliente de la red Modbus TCP usando el bloque de instrucción MB_CLIENT que se usa para entablar conexiones TCP/IP a través del software del TIA PORTAL, tal como se muestra en la figura 17. Se puede observar que un dispositivo Modbus TCP se direcciona de acuerdo a la dirección IP (IP_OCTECT) del servidor y de un número de puerto (IP_PORT).

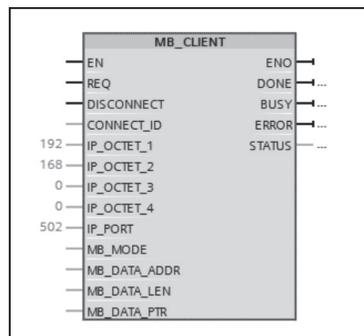


Figura 17. Instrucción MB_CLIENT.

Las funciones principales del MB_CLIENT son: conectar y desconectar al servidor, enviar peticiones de lectura/escritura, recibir respuestas del mismo.

Comunicación S7-1200 con pantalla Red Lion

Una vez configurado al cliente, se realiza la comunicación entre el S7-1200 y la pantalla Red Lion G306A, que como se dijo anteriormente, será el equipo que permita la visualización de las variables de todo el proceso de control.

Para crear el canal de comunicación con el PLC S7-1200 se configura la pantalla como servidor Modbus TCP desde el software Crimson 3.0. Como se observa en la figura 18, el controlador elegido para el puerto ethernet de la pantalla es “TCP/IP Slave” y el protocolo usado es “Modbus”.

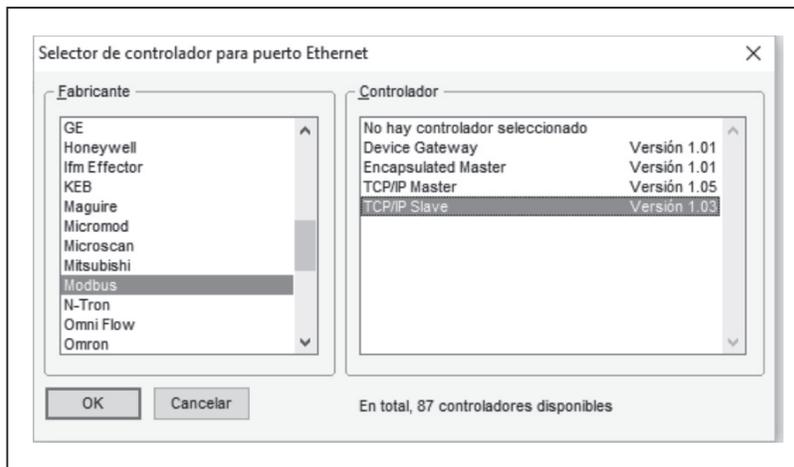


Figura 18. Configuración de comunicación maestro/esclavo.

Una vez establecido el servidor, se vincula este con el cliente Modbus TCP por medio de los parámetros de dirección IP y del puerto de comunicación del HMI en la función MB_CLIENT a través del TIA PORTAL.

Comunicación S7-1200 y SIMA

La SIMA tiene varias características para la comunicación con los actuadores, pero esta también puede conectarse con un sistema de control de más alto nivel, es decir que se puede realizar control sobre esta estación y obtener toda la información que esta a su vez obtiene de los actuadores.

Para crear el enlace de la SIMA con el servidor Modbus TCP (S7-1200) se utiliza los recursos del TIA PORTAL siguiendo la configuración de los parámetros de comunicación y direccionamiento establecidos en la instrucción MB_CLIENT. La dirección IP asignada a la SIMA es 192.168.1.2 y el número de puerto se ajusta a 502.

Desarrollo del sistema de visualización

Usando el software Crimson 3.0 para configuración de la pantalla Red Lion G306A se desarrolla una serie de pantallas gráficas que permitan al usuario visualizar, monitorizar y controlar los datos provenientes de los registros internos de los actuadores.

En la figura 19 se muestra la ventana de distribución de los actuadores con interfaz Modbus en base a su dirección de esclavo. Debido a que se cuenta con 5 actuadores eléctricos, y por facilidad de direccionamiento, se ha configurado estos valores de 1 a 5, aun cuando los mismos pueden variar de 1 a 247.

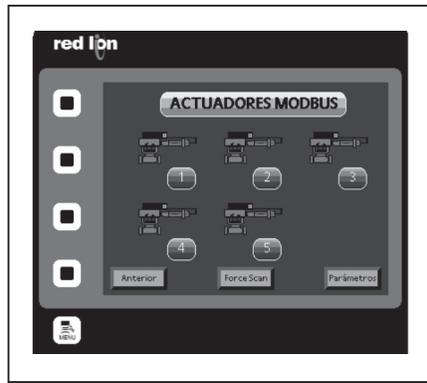


Figura 19. Distribución de actuadores eléctricos dentro de la red.

Se observa que el icono representativo de cada actuator es de color rojo, pero cabe indicar que dependiendo del estado en que se encuentre un actuator en cierto instante, este color cambiará de la siguiente manera como se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Estado de los actuadores

Actuador listo para operación remota	Actuador no listo para operación remota

El usuario podrá acceder a los parámetros de cada actuator dando un toque al icono respectivo, ya sea que esté en color verde o rojo, y de forma automática el usuario será dirigido a la ventana de parámetros de control del actuator, tal como se muestra en la figura 20. Como se observa, esta ventana cuenta con cuatro botones de acción para operar a cada actuator (ABRIR, CERRAR, PARO, SETPOINT) y

de igual manera cuenta con indicadores para las señales obtenidas desde los registros de entrada (posición actual y alarmas).

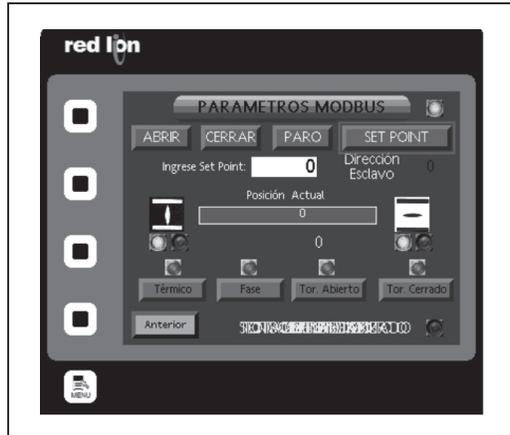


Figura 20. Pantalla de operación.

Una vez desarrollado el software de control para los actuadores del autómatas S7-1200 y el software de visualización para la pantalla Red Lion G306A, se procede a ubicar estos equipos en un tablero de control con los elementos adicionales requeridos, tal como se describe en la siguiente sección.

Implementación del tablero de control

La implementación de tablero de control se realiza en base a la norma IEC 61439-1 e IEC 61439-2, considerando que es un tablero de control de baja potencia. En la figura 21 se muestra la parte frontal del tablero, en la parte superior se observa la pantalla Red Lion G306A y en la parte inferior se observa pulsadores y terminales que permiten conectar a los actuadores al tablero.



Figura 21. Parte frontal tablero de control.

En la figura 22, se ilustra la parte interna de tablero con la compartimentación de todos los elementos de protección, control y maniobra utilizados. Se observa el PLC S7-1200 con los módulos de comunicación CM 1241 (Modbus) conectados en la parte izquierda del CPU 1212C, y este a su vez acompañado del switch Ethernet CSM-1277. También es visible la parte posterior de la pantalla Red Lion G306 A.

Todos los equipos mencionados deben ser provistos con la alimentación adecuada según sus características técnicas, es por esto que en la parte superior de tablero se coloca una fuente de voltaje SITOP de 24V@5A para el autómatas, las tarjetas de comunicación y el switch Ethernet; y para la pantalla RedLion G306A se ubica una fuente de voltaje exclusiva modelo S8VS de 24V.



Figura 22. Parte interior del tablero de control.

Conexión de los actuadores eléctricos al tablero de control

Los cinco actuadores eléctricos que posee la red son de diferentes modelos y características, y se describen a continuación:

- 2 Actuadores eléctricos AUMATIC AC 01.2 Modbus RTU
- 1 Actuador eléctrico AUMATIC AC 01.1 Modbus RTU
- 2 Actuadores eléctricos SIPOS Flash 5 Modbus RTU

La distribución física de los actuadores en la red se muestra en la figura 23.



Figura 23. Actuadores eléctricos.

Antes de realizar la conexión es necesario la puesta en marcha de cada uno de los actuadores, que consiste en ajustar los siguientes parámetros de comunicación de cada actuator para que puedan integrarse a la red industrial:

- Dirección del actuator en la red
- Velocidad de transmisión
- Paridad par y bit de parada



Figura 24. Cable profibus [12].

Cabe mencionar que todos los actuadores deberán tener configurados los mismos valores en cuanto a velocidad y paridad. Se escoge que los valores sean de 9600 bps y paridad par.

La topología física usada para conectar los actuadores de la red hacia el tablero de control es la de bus usando el esquema de cableado denominado “en cadena” (*chain*), en donde el conector de salida del primer actuator es conectado al conector de entrada del segundo actuator y así sucesivamente. El cableado se hace con el conductor Profibus (Tipo A) como se observa en la figura 24.

Debido a la estrategia creada al usar dos tarjetas de comunicación, con el fin de no perder la comunicación en caso de ruptura en el cableado de la red, es importan-

te mencionar que la topología final de la red se asemeja a la de un anillo, puesto que el primer actuador se conecta desde la primera tarjeta de comunicación del S7-1200 y el último actuador de la red regresa a la segunda tarjeta de comunicación, formando así un lazo cerrado en las comunicaciones.

Resultados

Las pruebas en los actuadores y en la comunicación se realizan desde el HMI; y consiste en 3 procedimientos:

1. *Evaluar la implementación del protocolo Modbus RTU y Modbus TCP/IP:* Consiste en enviar comandos correspondientes de apertura, cierre y alcance de set point en cada actuador de la red y al mismo tiempo visualizar la retroalimentación de información correspondiente al proceso (porcentaje de apertura o cierre en cada actuador).
2. *Simular fallas en el actuador:* Consiste en simular fallas de torque y temperatura en cada actuador y visualizar si hay retroalimentación de información en cuanto a estado del actuador.
3. *Ruptura en el cableado de la red:* Consiste en realizar ruptura del cableado entre dos actuadores continuos (dirección 2 y 3) y de la misma forma, visualizar el comportamiento del sistema en el HMI ante el evento.
4. *Eliminar suministro eléctrico en varios actuadores de la red:* Consiste en quitar la alimentación eléctrica a dos actuadores y observar el comportamiento de la red y el sistema de comunicación.

Resultados de comunicación de protocolo Modbus RTU y Modbus TCP/IP

Los resultados arrojados a los comandos de operación enviados mediante los protocolos Modbus RTU y Profibus DP se realizaron de forma exitosa.

La información de los registros de entrada que se visualizan en el HMI refleja el correcto comportamiento de los actuadores ante los comandos de operación ABRIR Y CERRAR. Para el caso del valor real leído, cuando se ordenó alcanzar un SET POINT, este valor difiere un poco del valor seteado debido a las características mecánicas del motor del actuador, tal como se muestra en la figura 25.



Figura 25. Pruebas para alcanzar set point.

Resultados ante simulación de fallas

Si por algún motivo en el transcurso de la apertura del actuador se genera una interrupción en el eje de rotación, el HMI lanza un aviso de “Falla de torque abierto”, tal como se puede ver en la figura 26, lo que significa que algún elemento externo al actuador pudo haberse atascado en el eje de rotación, o que el actuador no puede brindar el torque necesario para abrir a una válvula debido a sus dimensiones.



Figura 26. Simulación de falla de torque abierto.

Resultados ante ruptura física del cable de bus en la red Modbus

La ruptura del cable entre dos actuadores de la red Modbus hizo que la línea de bus se segmente en dos líneas independientes, tal como se ilustra en la figura 27; esto debido a los mecanismos desarrollados en el S7-1200 y a que los actuadores están conectados en topología de lazo cerrado.

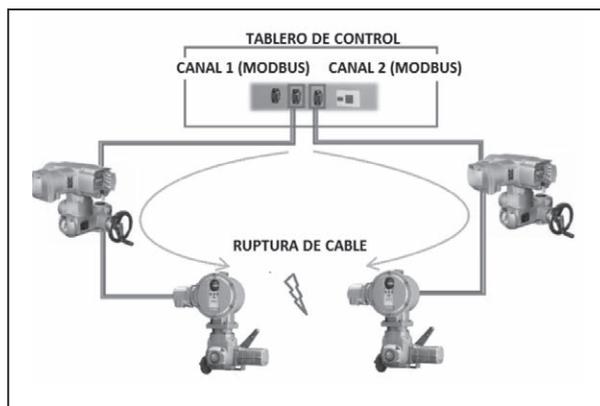


Figura 27. Comunicación del sistema de control en caso de ruptura en el cable de bus.

Resultados en caso de que el actuador pierda suministro eléctrico

Cuando se pierde el suministro eléctrico, los conductores provenientes de los actuadores vecinos se enlazan automáticamente, logrando mantener la estructura de lazo cerrado en la red. Esto se observa en la figura 28.

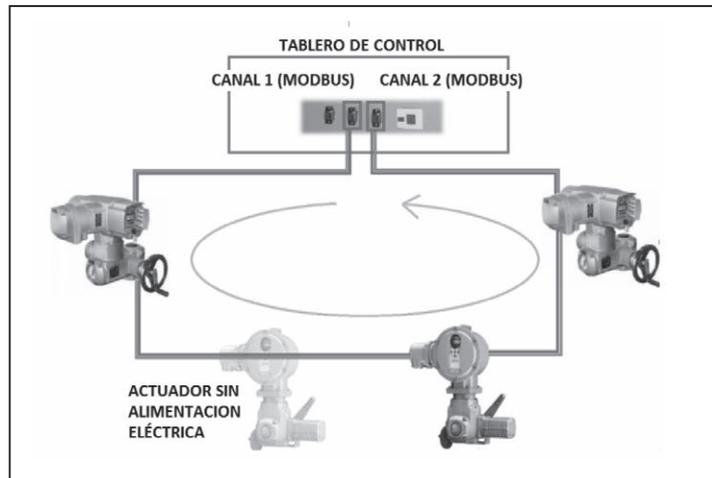


Figura 28. Interconectado del bus en caso de un actuador sin suministro eléctrico.

Conclusiones

El hecho de haber integrado la SIMA, la pantalla táctil Red Lion y el PLC S7-1200 sobre una red Modbus TCP, y del mismo modo, el haber integrado los actuadores AUMA y actuadores SIPOS sobre una red Modbus RTU, demostró la interoperabilidad que presenta el protocolo Modbus, ya que pudo integrar a dispositivos de diferentes fabricantes sobre una misma red de datos.

Con la topología en lazo cerrado implementado en la red Modbus, se garantiza la transmisión y recepción de datos entre el sistema de control y los actuadores eléctricos a pesar de tener pérdida en la comunicación por causas como ruptura de conexión entre dispositivos esclavos o desconexión de energía eléctrica de un esclavo

Referencias

- [1] Modbus Organization. (2006, Diciembre). *Modbus application protocol specification*. [Online]. Available: http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b.pdf.
- [2] J. Bartolomé. (2011, Enero). *El protocolo Modbus*. [Online]. Available: <http://www.tolaemon.com/docs/modbus.htm>.

- [3] Trexon Inc. (2000, Enero). *Modbus protocol*. [Online]. Available: http://irtfweb.ifa.hawaii.edu/~smokey/software/about/sixnet/modbus/modbus_protocol.pdf.
- [4] J. B. Piña. (2013, Junio). *Modbus: Representación de datos*. [Online]. Available: <http://uhu.es/antonio.barragan/content/representacion-datos>.
- [5] Autómatas industriales. (2006). *Profibus*. [Online]. Available: <http://www.automatas.org/redes/profibus.htm>.
- [6] *Manual de la comunicación Profibus DP*, WEG S.A, Jaragua del Sur, SC, 2012, pp. 8.
- [7] J. B. Piña. (2012, Mayo). *Topologías*. [Online]. Available: <http://uhu.es/antonio.barragan/content/5topologias>.
- [8] *Actuadores eléctricos para la automatización de válvulas industriales*, AUMA, Muellheim, 2015.
- [9] Siemens. (2011, Noviembre). *SIMATIC S7-1200 Getting Started*. [Online]. Available: <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-GETTINGSTARTER.PDF>.
- [10] Siemens. *Catálogo de productos Siemens*, Múnich, BY, 2015.
- [11] *Actuator controls AUMATIC AC 01.1/ACExC 01.1 Modbus*, AUMA, Muellheim, 2015.
- [12] A. Ruiz. (2002). *Implementación de una red Modbus/TCP*, Universidad del Valle. [Online]. Available: <http://www.bairesrobotics.com.ar/data/protocolo-modbus.pdf>.

Sistema de monitoreo para una plataforma aérea usando sistemas embebidos

Raúl Fernando Beltrán

Escuela Politécnica Nacional. Ingeniería Eléctrica y Electrónica
rfbsepn1991@outlook.com

Iván Alexander Llumiquinga

Escuela Politécnica Nacional. Ingeniería Eléctrica y Electrónica
ivan_pm92@hotmail.com

Eduardo Ávalos

Escuela Politécnica Nacional. Ingeniería Eléctrica y Electrónica
eduardo.avalos@epn.edu.ec

Ana Rodas Benalcázar

Escuela Politécnica Nacional. Ingeniería Eléctrica y Electrónica
ana.rodas@epn.edu.ec

Recibido: 01 de septiembre / *Aprobado:* 30 de noviembre 2017

Resumen

El sector aeronáutico está atravesando por una etapa donde la construcción de vehículos aéreos no tripulados, llamados UAV's de las siglas en inglés "Unmanned Aerial Vehicles", es un área de gran desarrollo. Este proyecto se encuentra enfocado al desarrollo de un sistema de monitoreo para ser embarcado en la plataforma aérea el cual está constituido por dos partes esenciales: el módulo de adquisición de datos que es incorporado al fuselaje del vehículo de prueba y de una estación en tierra en la cual se presentan todos los datos adquiridos, y que cuenta adicionalmente con un simulador de un hexacóptero implementado en el entorno de desarrollo Unity.

Palabras clave: aeronáutica, UAV's, sistema de monitoreo, sistemas embebidos.

Abstract

The aeronautical sector is going through a stage where the construction of unmanned aerial vehicles, called UAV's of the acronym in English "Unmanned Aerial Vehicles", is an area of great development. This project is focused on the development of a monitoring system to be shipped on the aerial platform which is constituted by two essential parts: the data acquisition module that is incorporated into the fuselage of the test vehicle and also of a ground station in which all the acquired data, is presented and which additionally has a simulator of a hexacopter implemented in the Unity development environment.

Keywords: aeronautics, UAV's, monitoring system, embedded systems.

Introducción

Un sistema de monitoreo utilizado en vehículos aéreos no tripulados consta de elementos necesarios para obtener información de diferentes variables, tales como: temperatura ambiental, temperatura de la fuente de alimentación, temperatura de la placa del sistema, humedad, posicionamiento satelital, presión barométrica, velocidad de aire, altitud sobre el nivel del mar, voltaje y corriente de la fuente de alimentación y datos del sistema de medida inercial. Para lograr este objetivo se utilizan diversos mecanismos tanto de adquisición como de procesamiento de señales. En este proyecto se recolectan los datos proporcionados por los sensores y se los envía a una tarjeta de desarrollo utilizando un hardware diseñado e implementado mediante un Arduino y una tarjeta UDOO. [1]

Los datos enviados al microcontrolador del Arduino se lo hace mediante comunicación serial UART de alta velocidad al procesador de alto nivel de la UDOO que mediante el módulo wifi envía los datos hacia una estación en tierra por medio de una red de área local mediante sockets con protocolo UDP.

La estación en tierra, que consta de un ordenador portátil, contiene una interfaz hombre máquina utilizada para el monitoreo del sistema, la cual es desarrollada mediante el lenguaje de programación Java en la que se aprecia de manera concreta las variables antes mencionadas y cuenta con alarmas para advertir al operador de condiciones riesgosas en el vuelo tales como vientos demasiado fuertes, carga baja de la batería, sobrecalentamiento de la tarjeta implementada, excesiva humedad que afecte el funcionamiento del sistema, etc.

Adicionalmente se implementó como parte de la HMI un simulador de un hexacóptero que tiene la opción de comunicarse con los instrumentos virtuales de la interfaz gráfica para que el operador tenga una experiencia previa con la estación de tierra.

I. Hardware

El desarrollo del hardware parte de la necesidad de tener un sistema dedicado especialmente para poder ser montado sobre una plataforma aérea lo que implica que debe ser lo más liviano y pequeño posible y tener además un mínimo consumo de corriente.

El esquema general del sistema de monitoreo implementado consta de varios sensores cuyas señales se acondicionan y procesan por un circuito de recolección de datos con el microcontrolador Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 que está integrado en la tarjeta de desarrollo y un procesador Freescale i.MX 6 ARM Cortex-A9 Quad Core que en conjunto con el módulo wifi de la tarjeta de desarrollo envían los datos procesados hacia una HMI que conforma la estación en tierra para la visualización de los datos adquiridos por los sensores, como muestra la figura 1.

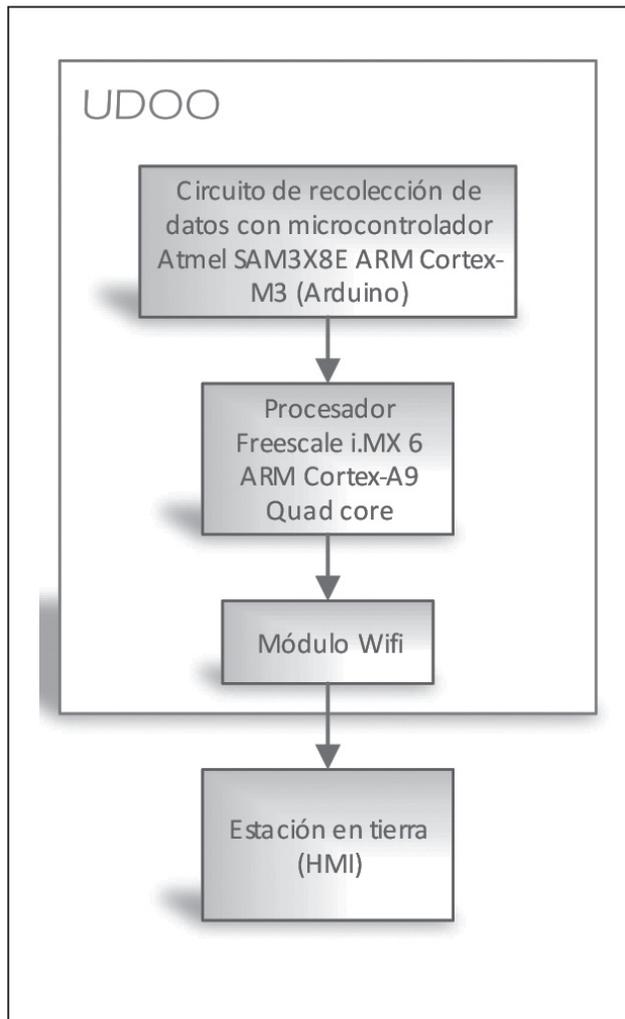


Figura 1. Diagrama de bloques general del sistema de monitoreo.

A. UDOO

Para recolectar los datos de los sensores y enviarlos hacia la estación en tierra se utiliza una tarjeta de desarrollo denominada “UDOO” la cual es una mini PC que puede ser usada con Android o Linux OS, con una tarjeta embebida Arduino. Esta tarjeta es un prototipo muy poderoso para el desarrollo y diseño de software. UDOO [4] mezcla dos mundos diferentes de computación, cada uno con sus fortalezas y debilidades, pero los dos son muy útiles hoy en día para propósitos educativos y la realización de prototipos. Es un sistema “open hardware”, de bajo costo equipado con un procesador ARM. I.MX6 Freescale y una sección compatible con Arduino basado en un procesador ATMEL SAM3X8E.

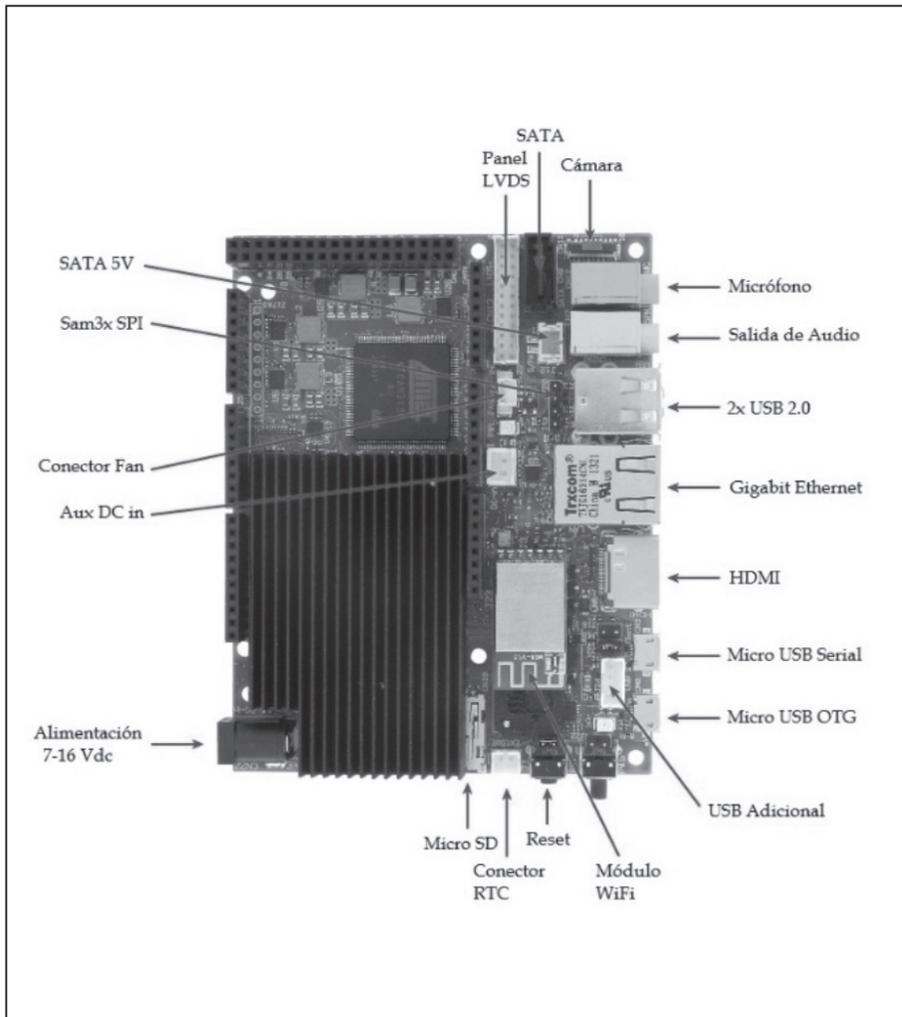


Figura 2. Tarjeta de desarrollo UDOO.

B. Circuito de recolección de datos

La tarjeta de desarrollo UDOO se convierte en la parte central del sistema al recibir y enviar los datos de todos los sensores empleados en el sistema de monitoreo. Los sensores se comunican con la tarjeta de desarrollo aprovechando los puertos serial, puertos I2C y entradas analógicas disponibles en el microcontrolador de bajo nivel que a su vez, vía serial, envía todos los datos de los sensores hacia el microcontrolador de alto nivel que tiene conexión con el módulo wifi para la transmisión de datos hacia tierra. Un esquema de la recolección de datos de los sensores se observa en la figura 3.

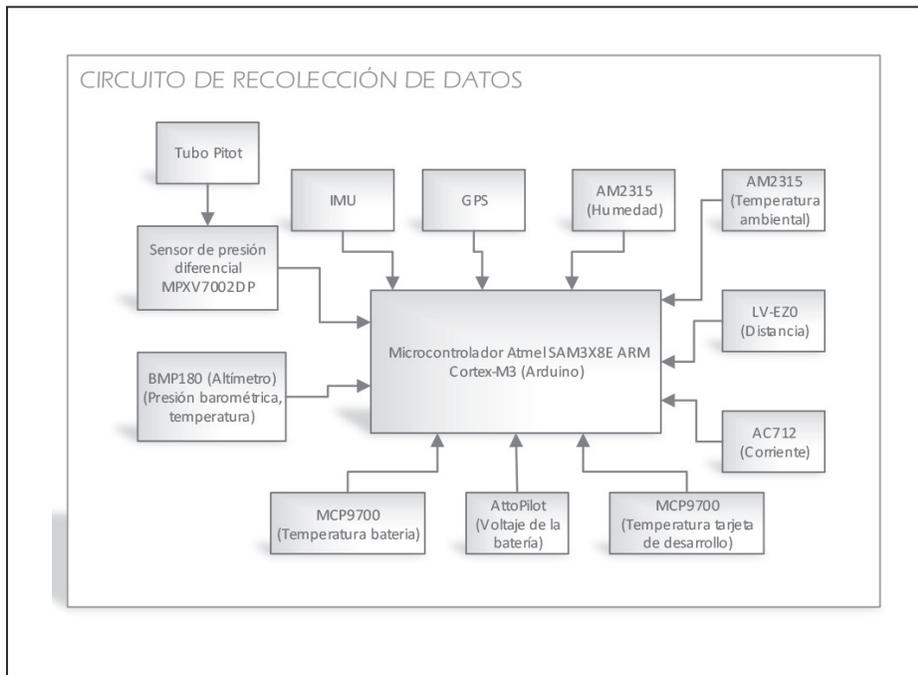


Figura 3. Diagrama del sistema de recolección de datos.

C. Sensores

El sistema de monitoreo emplea una serie de sensores clasificados en tres grupos [10]:
Sensores de detección y apoyo a la navegación autónoma:

- Unidad de medición inercial (IMU).
- GPS [8].
- Sensor de presión barométrica y temperatura para el cálculo de la altitud (altímetro) [11].
- Sensor ultrasónico para aterrizaje.
- Sensor de velocidad del aire.

Sensores de captación de parámetros del interior de la estructura:

- Sensor de temperatura de la tarjeta de desarrollo [12].
- Sensor de temperatura en la batería.
- Sensor de corriente del sistema de monitoreo.
- Sensor de voltaje de la batería.

Sensores de captación de parámetros del exterior de la estructura [9] :

- Sensor de humedad ambiental.

- Sensor de temperatura ambiental.

Todos los sensores están acoplados físicamente con la tarjeta de desarrollo por medio de una placa diseñada especialmente con las medidas de un Shield para Arduino Due como se la aprecia en la figura 4.

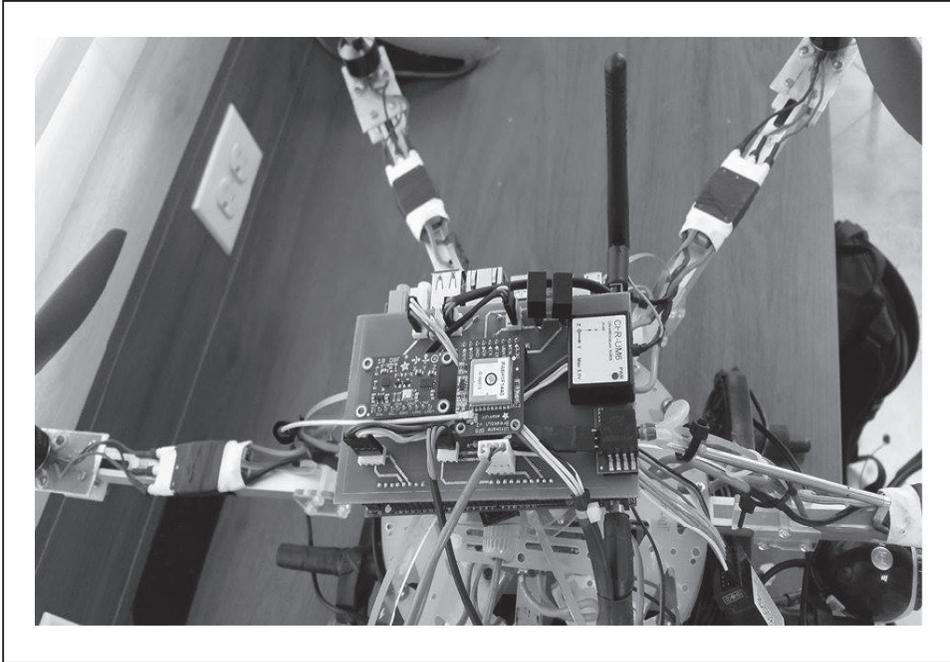


Figura 4. Tarjetas de desarrollo y de sensores instaladas en un hexacóptero.

II. Software

El software de recolección de datos desarrollado se lo hizo en el entorno Arduino IDE [7] para el microcontrolador Atmel SAM3X8E que se encuentra en la sección de la tarjeta de UDOO compatible con Arduino Due; el software HMI que se lo realizó en Netbeans y el software de simulación programado en Unity 3D que se ejecutan en una laptop.

Software de adquisición de datos

Para integrar todas las tareas que el microcontrolador de bajo nivel de la tarjeta desarrollo debe ejecutar sin saturarse se manejan “timers” y eventos seriales para la correcta distribución de los tiempos de ejecución para cada uno de los sensores utilizados de la siguiente manera, como se muestra en la figura 5.

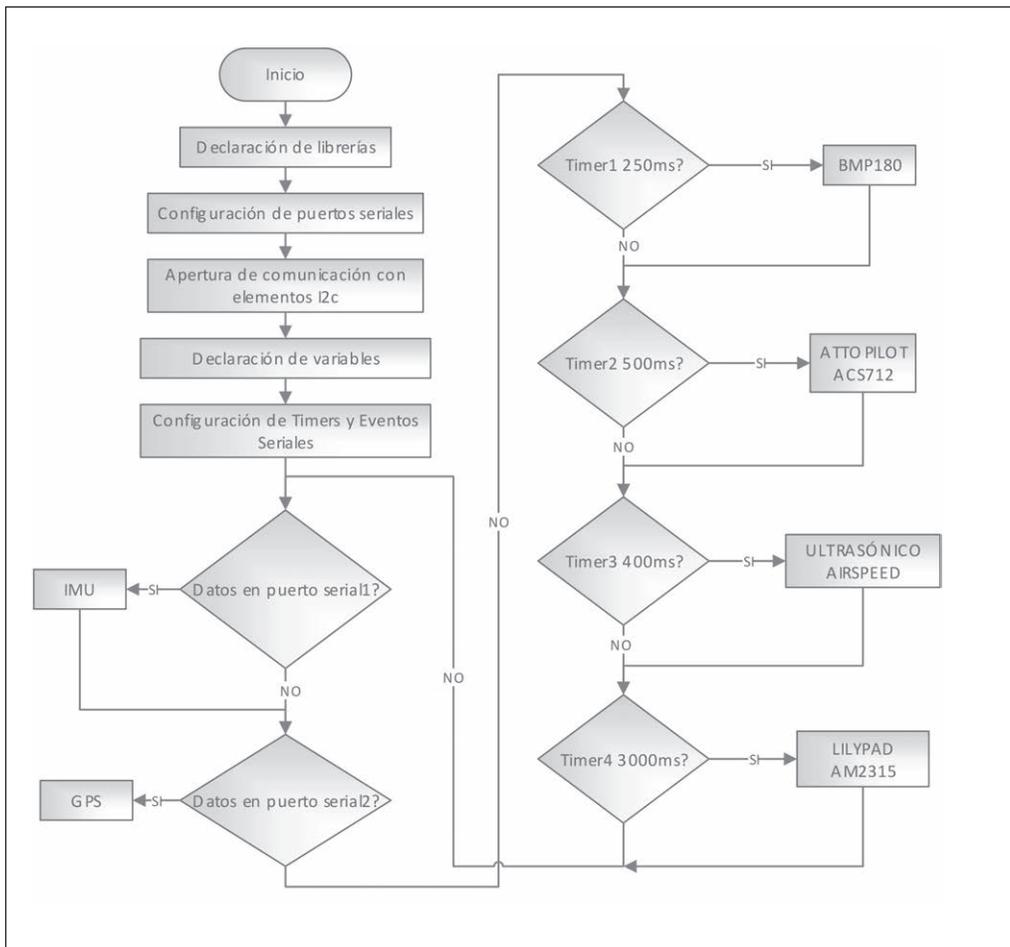


Figura 5. Diagrama del programa de lectura de sensores.

B. Software de comunicación hacia la estación en tierra

El programa principal que se ejecuta en la computadora a bordo tiene dos fines, el primero: la recepción de datos desde el microcontrolador de bajo nivel y la transmisión de datos hacia la estación de tierra, y el segundo fin brindar información de los sensores para cualquier otro programa que se desarrolle en este medio como puede ser el de control del hexacóptero. En la figura 6 se describe la estructura y secuencia de ejecución de las tareas programadas en la clase de JAVA [6] que se ejecuta cíclicamente en la tarjeta de desarrollo.

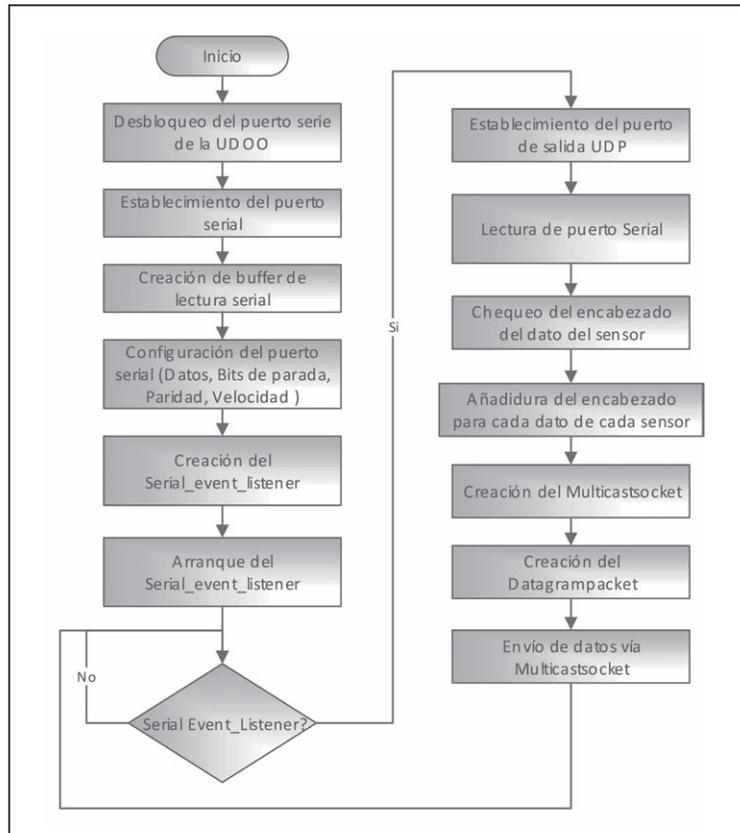


Figura 6. Diagrama del programa de enlace UDOO-HMI.

C. HMI

La interfaz de usuario desarrollada proporciona una serie de instrumentos, gráficos y diversas utilidades para el monitoreo constante de los parámetros de vuelo del hexacóptero. Este software se encuentra dividido en nueve pestañas con el fin de tener una buena organización, funcionalidad y facilidad en la manipulación del programa. Las pantallas en las que se encuentra dividida la interfaz son:

- Pantalla Principal.
- Pantalla de Actitud.
- Pantalla de la Unidad de Medición Inercial (IMU).
- Pantalla Velocidad.
- Pantalla Posición.
- Pantalla Otros Parámetros.
- Pantalla World Wind.
- Pantalla de Configuración.
- Pantalla de Recursos.

1) *Pantalla Principal*: En esta pantalla se encuentran las principales utilidades para monitorear los parámetros de vuelo del hexacóptero. Los instrumentos de la parte izquierda permiten la visualización de variables como altitud, ángulos de inclinación y velocidades, mientras que en la parte derecha se localiza la utilidad de mapas para registrar el posicionamiento del hexacóptero.



Figura 7. Pantalla Principal.

2) *Pantalla de Actitud*: La pantalla presenta gráficos en tiempo real de los ángulos de Euler junto a la altura para el monitoreo y registro adecuado de estas variables durante el transcurso del vuelo. [12]

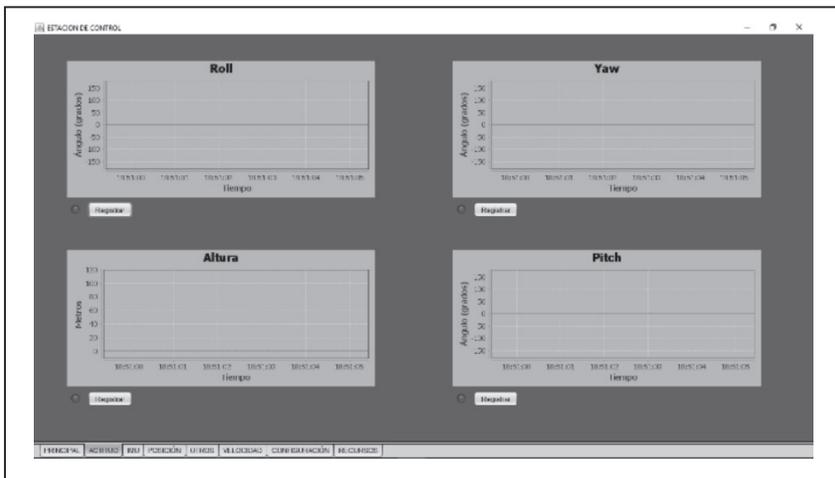


Figura 8. Pantalla de Actitud.

3) *Pantalla de la Unidad de Medición Inercial (IMU)*: Esta pestaña se compone de un mundo tridimensional OpenGL [2], en el cual, un hexacóptero animado simula los movimientos durante el vuelo y tres indicadores tipo barra indican la magnitud de los tres ángulos en tiempo real.

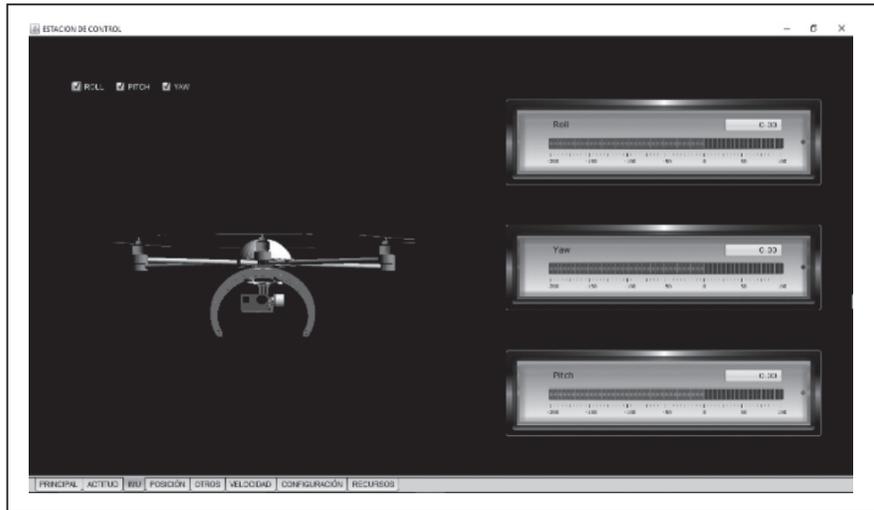


Figura 9. Pantalla de la Unidad de Medición Inercial (IMU).

4) *Pantalla Velocidad*: En esta pantalla se encuentran tres gráficos en tiempo real para cada una de las velocidades de navegación junto con un radar e indicadores de distancias para obtener la posición estimada del hexacóptero como respaldo del mapa de la Pantalla Principal.

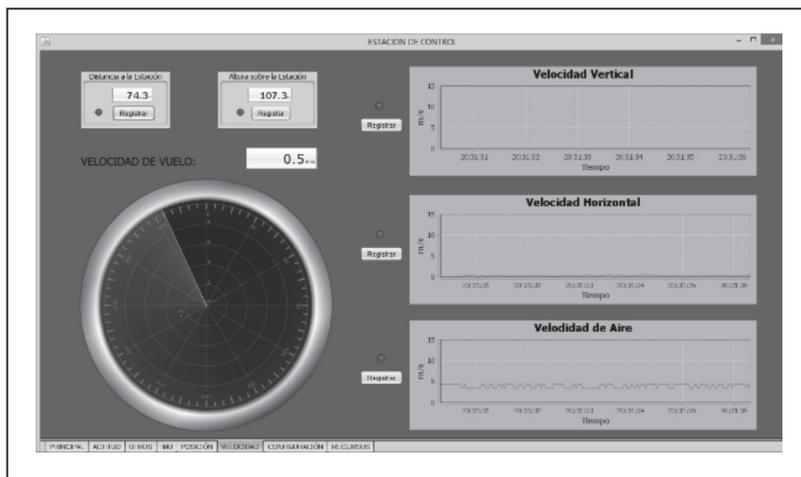


Figura 10. Pantalla Velocidad.

5) *Pantalla Posición:* La pantalla es una alternativa para la visualización dentro de un plano coordenado tridimensional de los movimientos en tiempo real del hexacóptero. Adicionalmente se encuentran herramientas para el registro y valores de velocidad, y posición en cada uno de los ejes.

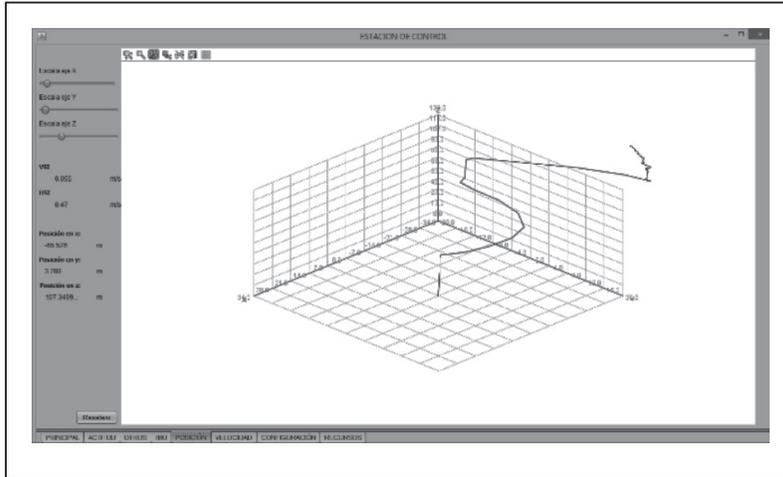


Figura 11. Pantalla Posición.

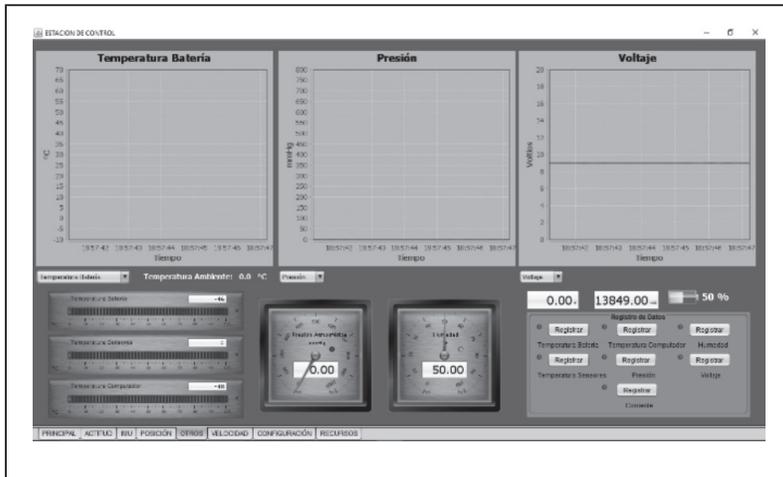


Figura 12. Pantalla otros parámetros.

6) *Pantalla Otros Parámetros:* La ventana de Otros Parámetros está destinada al registro y la visualización de parámetros ambientales y de funcionamiento como son: las temperaturas de los sistemas, voltaje, corriente, presión y la humedad presente en el ambiente. Todas estas variables se representan en gráficos en tiempo real e indicadores animados con la posibilidad de ser registrados de forma independiente.

7) *Pantalla World Wind*: Esta pantalla es un pestaña especial que integra el sistema de monitoreo con el servidor World Wind de la Nasa para aplicaciones Java. Esta extensión permite la visualización de un mapa especial, en el cual, es posible observar las características en tres dimensiones del terreno.

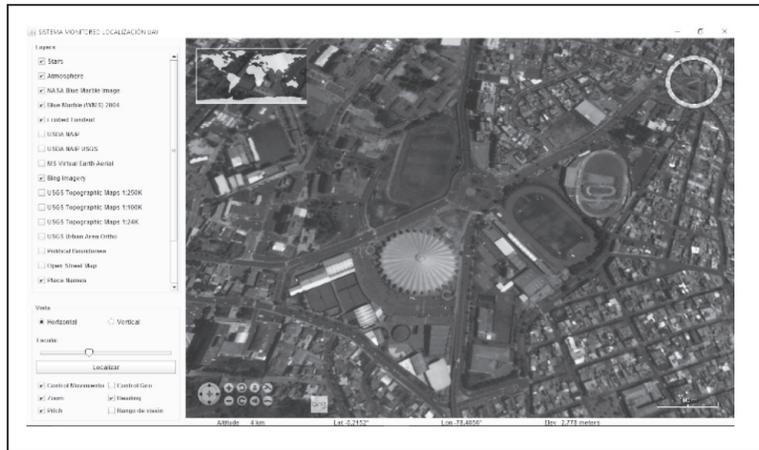


Figura 13. Pantalla World Wind.

8) *Pantalla de Configuración*: Dentro de las configuraciones disponibles en esta pantalla se tiene la posibilidad de personalizar el nombre de la red de comunicación del hexacóptero, el número de datos por archivo de registros, los valores críticos y la habilitación de alarmas, el enlace con el simulador de prueba para el sistema de monitoreo y bloc de sucesos para el chequeo de alarmas y demás eventos.

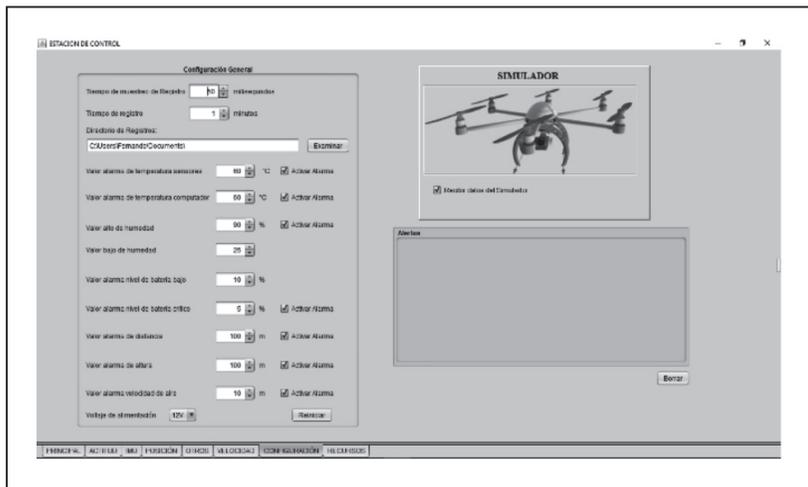


Figura 14. Pantalla de Configuración.

9) *Pantalla de Recursos*: La última pantalla es la de Recursos, en donde se puede encontrar información variada de todos los componentes que forman parte del sistema, así como también manuales para el usuario e información de los desarrolladores.

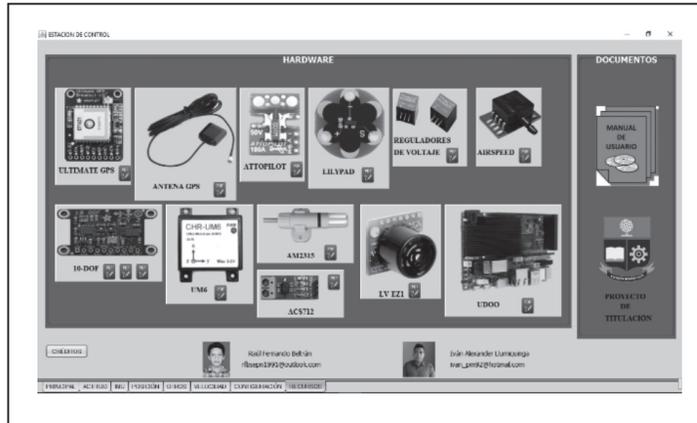


Figura 15. Pantalla de Recursos.

D. Simulador

Para el desarrollo del simulador se utilizó Unity3D [3], que es un motor gráfico 3D para la creación de juegos, animaciones y aplicaciones interactivas para múltiples plataformas como PC, MAC, Nintendo Android, iOS, XBOX, etc.

Este motor gráfico ofrece un completo editor visual para la creación de juegos. El juego se lo construye desde el editor y las acciones y controles se programa mediante la creación de scripts. Los scripts son implementados en tres lenguajes de programación disponibles que son: una versión de JavaScript [5], C# o Boo.

El modelo 3D del hexacóptero se lo dibujó y exportó desde el programa SketchUp. Para simular los movimientos se añadieron propiedades físicas a las hélices gracias al módulo de física de Unity, además se implementaron scripts de control para calcular las fuerzas y torques generadas por cada hélice al girar.

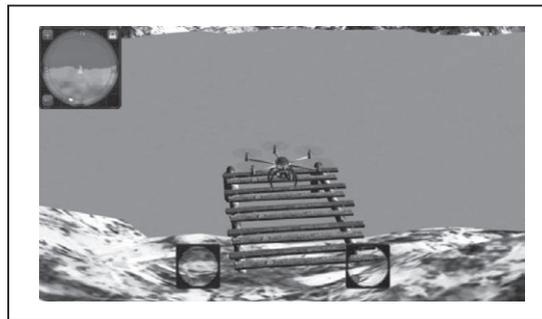


Figura 16. Simulador posición de partida.

El simulador cuenta con varias utilidades como una cámara abordo para recrear el vuelo por medio de vídeo a distancia, un indicador de la trayectoria y lo más importante la opción de simular datos que son enviados hacia el HMI del sistema de monitoreo todo esto con el fin de que el usuario se pueda familiarizar con todas las opciones de la estación de tierra y tenga una experiencia previa en el vuelo de un hexacóptero.



Figura 17. Cámara a bordo.

Conclusiones

Para optimizar la comunicación de los datos se configuró el módulo GPS de tal manera que sólo envíe las sentencias GGA y RMC. Con la primera se tienen los datos de posición y número de satélites conectados y con la segunda se obtiene la velocidad de desplazamiento. De esta manera se evita que se transmitan sentencias innecesarias que podrían hacer lenta la comunicación y se dispone de todos los datos requeridos para utilizarlos en el sistema de monitoreo.

La velocidad de transmisión utilizada entre el microcontrolador y el procesador fue de 115200 baudios mediante comunicación UART a 3.3V TTL, esto ayuda a que la comunicación siempre sea fluida y exitosa.

Para evitar la congestión en la comunicación fue importante seleccionar un periodo de muestreo adecuado para la lectura de cada sensor. A las variables que sufren cambios rápidos tales como ángulos de Euler se determinó un periodo de muestreo pequeño, no menor al tiempo de respuesta de los sensores, con el fin de leer varios datos en un segundo; y, a las variables lentas como las temperaturas y humedad se determinó un tiempo de muestreo más grande, en el orden de segundos, tiempo de respuesta promedio de los sensores ambientales empleados. De esta manera se optimiza las comunicación en la tarjeta de desarrollo y hacia la estación de monitoreo.

La velocidad de transmisión de información es un factor importante en el caso de un sistema de monitoreo, por lo que se optó por usar el protocolo UDP para, de esta manera lograr un intercambio fluido de datos.

Los datos adquiridos del sistema de monitoreo se reciben con fluidez a una distancia de 100 metros, sin embargo se observa que al pasar los 150 metros la comunicación se torna más lenta. Para extender el alcance de comunicación se necesita utilizar un router de mayor potencia.

El uso de sensores que incluyen como parte de su estructura microcontroladores para procesamiento de señales tal como en el caso de la Unidad de Medición Inercial que acopla un filtro extendido de Kalman, ayuda a optimizar la programación al no ser necesario un tratamiento de datos adicional que el que ya lo realizan por su propia cuenta.

Se concluyó que, utilizando el protocolo de comunicación UDP se obtuvo una mayor velocidad de transmisión de datos que si se lo hacia mediante TCP pues UDP no pierde tiempo en establecer conexiones, ni se asegura de la recepción de los datos, lo que lo hace ideal para aplicaciones de monitoreo por su velocidad y no así en aplicaciones de control en donde se necesita una alta confiabilidad.

Se obtuvo un error máximo en la medición de altura de 0.4 m debido a los 0.25 m de error nativo del sensor, a la interferencia que produce el viento sobre el sensor de presión barométrica.

El sistema de monitoreo desarrollado utiliza software y lenguaje de programación libres como lo son Netbeans y Java, y demuestra que se pueden obtener mejores resultados que al utilizar herramientas privadas bajo licencia.

Utilizando una antena externa para el modulo GPS se logra una conexión de 8 a 10 satélites en exteriores, obteniendo una localización exacta ya que el sistema necesita por lo menos una conexión con 4 satélites.

Referencias

- [1] Microsoft. «Protocolo de datagramas de usuario (UDP)». Enero 2005. [En línea]. Available: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc785220\(v=ws.10\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc785220(v=ws.10).aspx). [Último acceso: 11 de febrero de 2016].
- [2] Open GL. [En línea]. Available: <https://opengl.softonic.com/> [Último acceso: 11 de febrero 2016].
- [3] Unity3D. [En línea]. Available: <https://unity3d.com/es> [Último acceso: 11 de febrero].
- [4] UDOO. «Starting Manual». Versión 0.4. [En línea]. Available: http://udoo.org/download/files/Documents/UDOO_Starting_Manual_beta0.4_11_28_2013.pdf. [Último acceso: 11 de enero de 2016].
- [5] Antonio García Gonzales. «Multiprocesos en Java: Como usar hilos (Threads)». 10 febrero 2013. [En línea]. Available: <http://panamahitek.com/multiprocesos-en-java-como-usar-hilosthreads/>. [Último acceso: 11 de enero de 2016].
- [6] Harmonic Code. «Java swing component library SteelSeries». 13 agosto 2010. [En línea]. Available: <http://harmoniccode.blogspot.com/2010/08/java-swing-component-library.html#uds-search-results>. [Último acceso: 28 diciembre de 2015].

- [7] José Manuel Ruiz. «Manual de Programación Arduino». Agosto 2007 [En línea]. Available: <http://arduinobot.pbworks.com/f/Manual+Programacion+Arduino.pdf>. [Último acceso: 10 de febrero de 2016].
- [8] Eduardo Huerta, Aldo Mangiaterra, Gustavo Noguera. GPS Posicionamiento Satelital. UNR Editora, julio 2005.
- [9] Aosong Electronics. «Digital temperature and humidity sensor». [En línea]. Available: <http://www.adafruit.com/datasheets/AM2315.pdf>. [Último acceso: 2 de febrero de 2016].
- [10] Antonio Creus. *Instrumentación industrial*. Editorial Alfaomega-Marcombo, 2010.
- [11] Lady Ada. «Bosch BMP085 Breakout Board». Adafruit Industries. 7 noviembre 2014. [En línea]. Available: <https://learn.adafruit.com/downloads/pdf/bmp085.pdf>. [Último acceso: 2 de febrero de 2016].
- [12] Glenn Baddeley. «NMEA sentence information». Adafruit Industries. 24 mayo 2011. [En línea]. Available: <http://home.pacific.net.au/~gnb/gps/nmea.html>. [Último acceso: 2 de febrero de 2016].

La gravedad: fuerza, geometría e ilusión

Jorge Oswaldo Calderón Aguirre

Universidad Central del Ecuador

jocalderon@uce.edu.ec

Recibido: 01 de septiembre / *Aprobado:* 30 de noviembre 2017

Resumen

La gravedad ha sido, es y será posiblemente por muchísimo tiempo un completo misterio para la humanidad y la ciencia, la actuación de la gravedad en el universo es omnipotente y omnipresente, por lo que desenmarañar su funcionamiento físico y matemático siempre ha sido un desafío para las mentes más brillantes de la humanidad; para resumir el esfuerzo efectuado por las distintas generaciones, se realiza un repaso sucinto de los pensamientos de grandes hombres como Aristóteles pasando por Newton y arribando a Einstein. Se menciona también las teorías que explican de mejor manera el accionar de la gravedad en el micro y macro cosmos (la mecánica cuántica y la relatividad general). Constituyendo la gravedad una de las fuerzas fundamentales del universo, se menciona asimismo a las otras, es decir la electro-magnética, la fuerte y la débil.

Palabras clave: gravedad, fuerzas fundamentales, espacio-tiempo, cuántica, gravitón.

Abstract

Gravity has been, is and will be for a very long time a complete mystery to mankind and science, the action of gravity in the Universe is omnipotent and omnipresent,

so unraveling its physical and mathematical functioning has always been a challenge for the most brilliant minds of mankind; to sum up the effort made by the different generations, a brief review is made of the thoughts of great men like Aristotle passing through Newton and arriving to Einstein. It also mentions theories that best explain the action of gravity in the micro and macro cosmos (quantum mechanics and general relativity). Gravity being one of the fundamental forces of the Universe, it is also in relation to the others, to say the electro-magnetic, the strong and the weak.

Keywords: gravity, fundamental forces, space-time, quantum, graviton.

Introducción

La gravedad es una de las fuerzas fundamentales del universo, la que mantiene unido todos los cuerpos formados por materia; en nuestro planeta Tierra nos tiene sujetos a su superficie (impide que flotemos), mantiene a la Luna girando alrededor nuestro, a los planetas en torno al Sol, la que permite que existan las galaxias, en general la gravedad es lo que da unidad y cohesión al cosmos. Con esta sencilla y ligera introducción, y más aún con un limitado conocimiento de la física teórica y experimental, y mucho menos de la astrofísica; me atrevería a señalar que la gravedad es el “pegamento” del universo. Les invito a continuación a que amplíemos nuestros conocimientos un poco más, reconociendo las características básicas que definen la gravedad.

Materiales y métodos

El método de investigación utilizado en el presente trabajo es eminentemente cualitativo, desarrollado principalmente mediante la recopilación de información de texto y video (documentales), que se encuentran en la web; la información allí obtenida fue sintetizada de forma cronológica y luego analizada de forma interpretativa y subjetiva. Con ello se logra alcanzar el objetivo principal de la presente investigación, que es brindar una descripción histórica de las diferentes teorías de la gravedad y sus autores. Esta búsqueda es ideal como fase inicial de un gran proyecto de investigación que brinde una descripción completa y detallada del accionar de la gravedad en el universo.

Discusión

Es muy importante señalar, que todo cuerpo conformado por materia tiene gravedad, solo que la misma es notable, en cuerpos de tamaños enormes como los planetas y el Sol.

La fuerza gravitacional es diferente en cada planeta, esto va a depender de la masa del mismo. Para un entendimiento más claro tenemos que diferenciar entre lo que definimos como “masa” y lo que conocemos como “peso”. Son conceptos muy diferentes: la masa (cantidad de materia que tiene un cuerpo) da igual si la medimos aquí o en cualquier otro planeta, en cambio el peso es una fuerza que sí depende de la masa del planeta donde lo midamos (un kilogramo, que en la Tierra pesa un kilopondio, en Júpiter pesaría dos kilopondios y medio). [1]

Mencionemos las ideas históricas más relevantes de filósofos, astrónomos y científicos (físicos – matemáticos) que se “atreveron” a desenmarañar el funcionamiento de la gravedad: En el siglo IV a.C., Aristóteles motivado por su teoría causa-efecto, basada únicamente en la observación y la abstracción (no tomaba en cuenta la experimentación), pensó que una fuerza invisible nos atraía hacia el centro del universo, para ese entonces la Tierra era el centro del universo y todo gira a su alrededor (teoría

geocéntrica); este pensamiento tenía un gran error, el de creer que existía una gravedad distinta según la masa del cuerpo, a decir de esto la gravedad “no tiene un valor constante”; esta interpretación de dicho fenómeno duró aproximadamente veinte siglos. [2] Llegado el siglo XVI d.C. Nicolás Copérnico provocó una verdadera revolución en lo poco que se conocía de astronomía, al manifestar que el Sol era el centro del universo, la Tierra es la que gira alrededor del Sol; pensamiento (teoría heliocéntrica) que permitió corregir uno de los errores cometidos por Aristóteles. Entre los siglos XVI y XVII d.C. Galileo Galilei pionero del método científico experimental, investigó la caída de los cuerpos, mediante experimentos en planos inclinados y en la torre de Pisa, llegando a la conclusión de que la gravedad era una “fuerza constante” en todos los cuerpos, enmendando otro error del pensamiento de Aristóteles; también logró perfeccionar el telescopio, que le permitió realizar observaciones que lo convencieron de la certeza de la teoría heliocéntrica de Copérnico. [3] En esas mismas épocas un pastor protestante Johannes Kepler, firme seguidor de la teoría de Copérnico, describió al fenómeno que se trata, como un complejo sistema creado por Dios para conseguir que los planetas se mantengan girando (leyes de Kepler); la teoría más aceptada para dar respuestas a las incógnitas generadas por esta afirmación, partía de la existencia de dos fuerzas de gravedad, la una que actúa en los objetos sobre la superficie de la Tierra y la otra que parece ser una “fuerza celestial” que logra que los planetas giren. Luego pasemos a mencionar las ideas de Isaac Newton (1687) y Albert Einstein (1915) sobre cómo actúa la fuerza de la gravedad (interacción gravitatoria). A quienes debemos las dos mejores teorías de la gravitación, son probablemente los más grandes físicos de la historia de la humanidad. [4]

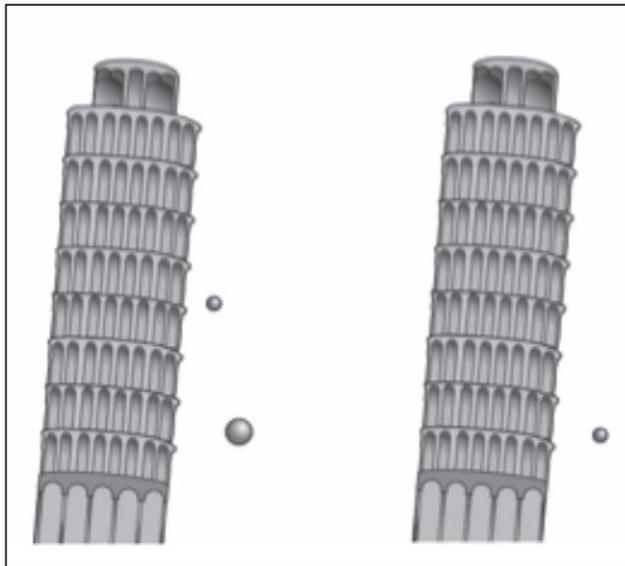


Figura 1. Experimento de Galileo Galilei.

Newton observó el hecho de que los cuerpos “pesaban” en la Tierra (estos flotan en el espacio interestelar) y que los cuerpos celestes giren alrededor de otros cuerpos celestes (la Luna alrededor de la Tierra, la Tierra y los otros planetas alrededor del Sol, y así todos los cuerpos celestes) y se “imaginó” que existía una fuerza universal que producía que los cuerpos se atraerán entre sí, además que actúa en todos los lugares del cosmos. Esta interacción se manifiesta tanto en la atracción de un cuerpo producida por la Tierra (su peso), como por la atracción entre todos los cuerpos celestes del universo, la misma que les hace girar unos alrededor de otros. Newton llamó a esta maravilla “ley de la gravitación universal” (“Dos cuerpos cualesquiera de masas m_1 y m_2 , separados por una distancia “ r ”, se atraen con una fuerza cuya magnitud es directamente proporcional al producto de las masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa”). Según Newton, la gravedad es una fuerza instantánea, cualquier cuerpo advertiría inmediatamente la presencia de otro cuerpo y soportaría su atracción, y actuaría a distancia, sin que haya contacto entre los cuerpos. La pregunta que surge de inmediato es ¿por qué existe esa fuerza?, Newton no lo supo explicar satisfactoriamente, la imputó a la Divinidad (Divinitas). Sin embargo, gracias a su teoría, físicos, astrónomos e ingenieros han logrado comprender con altísima precisión las órbitas de los planetas, la dinámica de las galaxias, las mareas causadas por la Luna y el Sol, y también nos ha sido posible construir naves espaciales que viajan alrededor de nuestro planeta y por los confines del sistema solar.

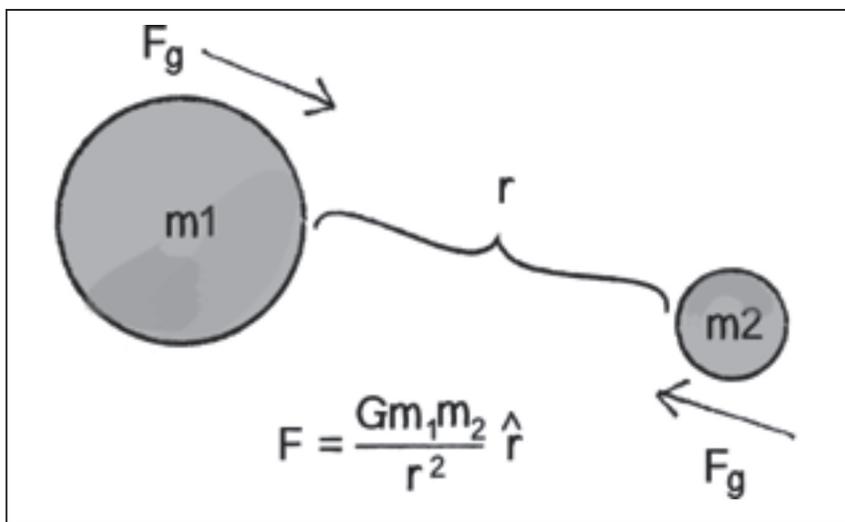


Figura 2. Ley de la gravitación universal.

Albert Einstein en 1915, propuso que la gravedad era una “ilusión” y no una fuerza de atracción. Según él “La gravedad es un efecto de la geometría. La Tierra desfigura el espacio-tiempo de nuestro contexto, de tal manera que el propio espacio nos empuja

hacia el suelo”; esta interpretación del fenómeno denominado gravedad pertenece a la “teoría de la relatividad general” (perfectamente aplicable al mundo macroscópico o el de los objetos grandes). Entender la relatividad general de Einstein no es fácil. En el universo la gravedad acelera a todos los cuerpos, poniéndolos en movimiento; dada esta realidad, podemos garantizar que nada está en reposo, todo el universo se mueve y con aceleración. Además según el mismo Einstein y su formidable “teoría de la relatividad especial”, la velocidad de la luz es un límite cósmico, que nada en el universo puede superar (según Newton la gravedad tiene acción instantánea). Recapitulando, la genial idea de Einstein fue suponer que la gravedad (que está en todos los costados y en todo instante en el universo) está íntimamente unida al espacio y al tiempo. Propuso que el nexo de unión era la geometría: lo que ocurre, es que, en presencia de una masa, el espacio-tiempo se “deforma”, de modo que cualquier otra masa se percata de ese espacio deformado, y se ve obligado a seguir trayectorias diferentes a cuando estaba el espacio sin deformar (sin ninguna masa). La deformación del espacio significa que éste adquiere una geometría diferente a la que estamos acostumbrados, llamado espacio plano o euclidiano. A saber, en un espacio no euclidiano ocurren cosas muy diferentes, como por ejemplo que la línea más corta entre dos puntos sea una curva y no una recta, o que dos paralelas se corten en un punto; estas ideas abstractas las podemos visualizar, en un simple globo terráqueo. Para llegar a construir su “nueva” teoría de la gravedad, Einstein en su línea de razonamiento partió de dos sucesos: en que nada puede propagarse más rápido que la luz (relatividad especial), y en el planteamiento de un fenómeno hipotético de la desaparición instantánea del Sol (un experimento mental), surgiendo de la reflexión de estos hechos, un contrasentido con respecto a la velocidad de transmisión de la información originadas por un mismo acontecimiento (la desaparición del Sol); la luz viaja a la velocidad ya conocida (300.000 km/s) y la acción gravitacional a una velocidad infinita, ante este dilema surgió su ingeniosa salida, proponer la “teoría de la relatividad general”, descripción más aceptada de la gravedad. [5]

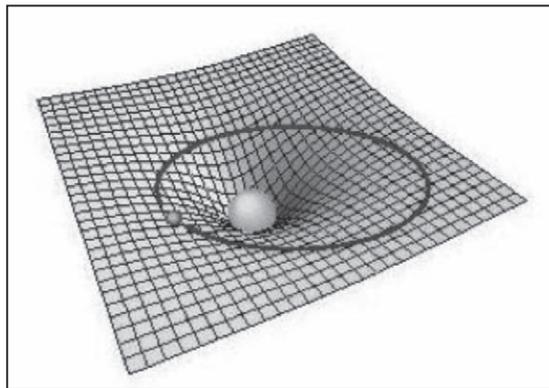


Figura 3. Deformación del espacio-tiempo.

La “mecánica cuántica” (parte de la física que estudia el movimiento de las partículas muy pequeñas) y la “relatividad general” son teorías que describen con gran exactitud la realidad del micro y macro cosmos, sí una es correcta lo otra no lo sería, surge un reto para los físicos teóricos, el proponer un nuevo modelo de teoría general. [6] Actualmente se cree que la mecánica cuántica es la más acertada y se trabaja en proponer una “teoría cuántica de la gravedad”. La gravedad con su alcance infinito y con su capacidad de mantener grandes estructuras (planetas, galaxias), es la más débil de las interacciones fundamentales y no puede ser aplicada a las partículas. Del mismo modo en que el fotón es la partícula cuántica de la fuerza electromagnética, el gluon es el átomo de la fuerza nuclear fuerte y el conocido como “gravitón” es una hipotética partícula cuántica de la fuerza gravitacional.

Siendo la gravedad una de las interacciones fundamentales de la naturaleza, cabe un ligero repaso histórico por las demás. Ha sido muy entretenido para la humanidad, fundamentalmente para los físicos, determinar por cuántas fuerzas físicas estaba gobernado el mundo. En la antigüedad, Aristóteles consideró la existencia de “una” sola interacción (fuerza), que era la de la gravedad. Más adelante, en la misma época; se creía que “tres” eran esas fuerzas: la gravitatoria, la electricidad y el magnetismo. Luego se produce una primera unificación, gracias a los trabajos de Oersted, Faraday y particularmente Maxwell (1860); así que para ese entonces se pensó que solo había “dos” fuerzas: la gravitatoria y la electromagnética. [7] Durante el siglo XX, un conocimiento casi inimaginable de la estructura microscópica de la materia, conduce a la identificación de nuevas interacciones, la interacción débil y la fuerte; por consiguiente ya eran “cuatro” las fuerzas que regían el mundo. Este relato no concluye ahí, en los sesenta del anterior siglo, Weinberg-Salam proponen una teoría que establece que la fuerza electromagnética y la fuerza débil son una sola, hecho ya demostrado experimentalmente, por lo que sin duda actualmente se afirma que existen “tres” fuerzas. Hoy en día los físicos vienen trabajando en la denominada “teoría de la gran unificación”, de llegarse a comprobarla experimentalmente solo quedarían “dos” fuerzas (la gravitatoria y la electro-magneto-fuerte-débil). [8]

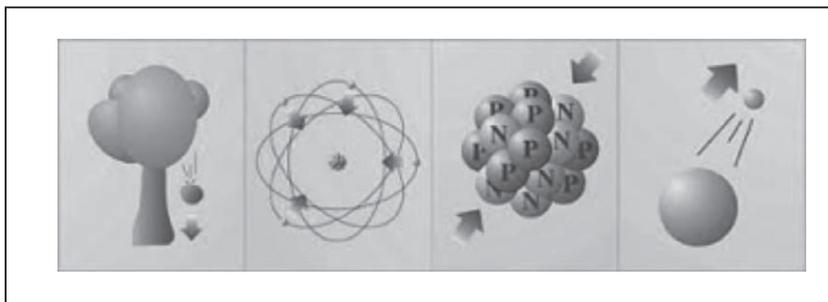


Figura 4. Fuerzas fundamentales de la naturaleza.

Conclusiones

La gravedad es la fuerza más poderosa del universo, funciona tanto a gran escala como a escala infinitesimal.

La teoría de Newton carece de elementos que consideren la velocidad de la acción gravitacional a distancia, supone su actuación de forma instantánea (velocidad infinita); esto no es posible según Einstein (teoría de la relatividad general) puesto que la máxima velocidad de propagación de cualquier señal es la velocidad de la luz.

Según la relatividad general, la presencia de una masa produce una curvatura del espacio que la rodea; mientras otro cuerpo que se encuentra a cierta distancia experimenta esa geometría, que lo empuja como si fuera una fuerza.

Finalmente puedo afirmar que, aún no tenemos una teoría final sobre la gravitación, es decir todavía no sabemos en realidad qué es la gravedad.

Referencias

- [1] ¿Qué es la gravedad?, <http://www.vix.com/es/btg/curiosidades/4429/que-es-la-gravedad>, septiembre 2017.
- [2] En realidad, ¿qué es la gravedad?, <https://spaceplace.nasa.gov/what-is-gravity/sp/>, septiembre 2017.
- [3] Definición de gravedad, <http://conceptodefinicion.de/gravedad/>, septiembre 2017.
- [4] ¿Qué es la gravedad?, <https://espaciociencia.com/que-es-la-gravedad/>, septiembre 2017.
- [5] Gravitación-física avanzada, <http://www.iac.es/cosmoeduca/gravedad/fisica/fisica5.htm>, agosto 2017.
- [6] Interacciones fundamentales I: Gravedad, <https://conexioncausal.wordpress.com/2010/05/05/interacciones-fundamentales-i-gravedad/>, agosto 2017.
- [7] Fuerza de gravedad, <https://www.portaleducativo.net/quinto-basico/100/Fuerza-de-gravedad>, agosto 2017.
- [8] Las fuerzas fundamentales del universo, <http://www.astromia.com/astro-nomia/fuerzasfundamentales.htm>, agosto 2017.
- [9] Documental la gravedad, <https://www.youtube.com/watch?v=NZ2CtC07pmc>, agosto 2017.
- [10] La gravedad, fuerza más poderosa del universo, documental-2017, <https://www.youtube.com/watch?v=Lqz8kiRMajM>, agosto 2017.
- [11] La gravedad, <https://www.youtube.com/watch?v=SZhzEpuTCbc>, agosto 2017.
- [12] La teoría de la relatividad de Einstein para todos los públicos, <https://www.youtube.com/watch?v=heCBnyPn1YY>, agosto 2017.

Estudio geológico de suelos en el sector Vinchoa de la parroquia Veintimilla del cantón Guaranda

Jorge Luis Poma Taris

Universidad Central del Ecuador

jorgepoma2006@yahoo.com

Recibido: 01 de septiembre de 2017 / *Aprobado:* 30 de noviembre de 2017

Resumen

El proyecto realizado en el sector de la parroquia Veintimilla del cantón Guaranda consistió en el estudio geológico de suelos, basado en la caracterización de suelos desde el punto de vista geológico, analizar sus características físicas, geológicas y morfológicas. Para la identificación de los tipos de suelos se hizo calicatas, con una profundidad de 1.5 m, en las que se identificaron tres tipos de horizontes de suelos, de donde se obtuvieron muestras, encontrándose un pH de 6,18 considerados suelos ácidos.

Como referencia, los suelos de Vinchoa, una de las comunidades investigadas poseen los siguientes porcentajes de contenido: arena 62,8%, limo 36,0% y arcilla 1,2%; densidad 2,24 g/cm³.

El terreno analizado cumpliría con la exigencia de especificidad de terreno apto para el uso agrícola y edificaciones.

La morfología de la zona se caracteriza por ser de relieves no muy inclinados predominando pendientes en el orden del 5% al 70%.

Palabras clave: suelo sedimentario, horizontes del suelo, calicatas, apertura de calicatas, muestreo de suelo.

Abstract

The project realized at Veintimilla's Parish in Guaranda canton consisted in the geological study of soils, based on the characterization of soils from the geological point of view, it also analyzes their physical, geological and morphological characteristics.

Gauges were made in order to identify soil types, with a depth of 1.5 m, identifying three types of soil horizons. Samples were obtained with a pH of 6.18 considered as acid soils due to the scarcity of forests.

As a reference in Vinchoa, the soil of one of the communities has the following percentages: sand content 62,8 %, sludge 36,0% and clay 1,2%, density 2.24 g / cm³. The analyzed soils would meet the specific requirements of suitable soil for agricultural use and buildings.

The morphology of the area is characterized by not very steep slopes, predominating slopes in the order of 5% to 70%.

Keywords: sedimentary soil, soil horizons, calicates, calicate opening, soil sampling.

Introducción

Se han realizado varios estudios y trabajos prácticos mediante el análisis de suelos utilizando tecnologías y técnicas cada vez más avanzadas, priorizando la caracterización del medio físico para la planificación por la necesidad de relevar los recursos del suelo, con la finalidad de identificar las áreas ambientalmente frágiles o sensibles a sufrir afectaciones por fenómenos naturales o antrópicos (Brizuela, 2013).

El estudio de suelos del sector Vinchoa, se realizó en base a interpretación de información cartográfica y estadística existente en las diferentes instituciones locales y nacionales tales como MAGAP, Ministerio del Ambiente, Municipio de Guaranda, investigación de campo, entre otros, los mismos que permitieron establecer los grados de intervención del hombre en el lugar de interés, además de identificar las principales amenazas, la combinación de las acciones naturales o antrópicas sobre el medio físico en donde se emplaza la parroquia Veintimilla. (Guaranda, 2014).

Los estudios y análisis de suelos nos permiten aportar conocimientos detallados de zonas que presentan características físicas, geológicas y morfológicas, las mismas que deben interpretarse, evaluarse, analizarse desde el punto de vista geológico.

La comunidad Vinchoa perteneciente a la parroquia Veintimilla, está ubicada en las estribaciones de la cordillera Occidental considerada tectónicamente activa, lo cual hace que se exponga a amenazas de origen natural de diferente índole, erupciones volcánicas, sismos, movimientos dinámicos del terreno como erosión, reptación.

La característica geomorfológica de la zona está marcada por la presencia de cerros de mediana altura, de relieve irregular, y pendientes medias; la mayor parte presenta una mecánica de inestabilidad, gran parte de los suelos son poco consolidados en el sentido geológico. (Guaranda, 2014).

La ampliación de la frontera agrícola y la tala indiscriminada de árboles es un factor que ha favorecido los fenómenos de movimientos en masa.

La evaluación del estudio de suelos se realiza en base a sus características físicas, geológicas y morfológicas, lo que nos permite desarrollar un estudio con mayor enfoque en sus características.

En consecuencia, el objetivo de la investigación se cumplirá de manera exitosa, contribuyendo al mejoramiento de la práctica desarrollada en el campo.

Alcance

Para la investigación y estudio geológico de suelos se va a analizar la profundidad del terreno con la ejecución de la apertura de calicatas y conservación de suelos. (Braja, M. 2001).

Las propiedades de los suelos así como el análisis de los mismos, se presentarán mediante el análisis de muestras de suelos en el laboratorio del sector de Vinchoa. Se obtendrá los porcentajes de arena, limo, arcilla, los mismos que nos servirán para identificar el tipo de textura del suelo mediante el triángulo de texturas, también se tendrá los valores de pH de suelos y la densidad. (Guaranda, G. 2017).

Zona de estudio

La parroquia Veintimilla se ubica al este del cantón Guaranda, está bañada por ríos y quebradas; al oeste el río Guaranda y al este por las aguas de la cordillera Occidental; además recibe el aporte de quebradas que van a desembocar en el río Guaranda; como son las quebradas San Vicente, Lillohuaycu, y la Quinta.

Se ha tomado en cuenta para nuestro estudio las parroquias pertenecientes a la zona Gabriel Ignacio Veintimilla del cantón Guaranda, como es Vinchoa.

Contexto geológico

A continuación se describe las formaciones constituyentes del área de estudio:

Los volcánicos de Guaranda, conformados de materiales piroclásticos que están cubriendo la topografía preexistente, determina como tobas andesíticas de grano fino de color amarillo. Escorza (1993) denomina cobertura de la depresión de Guaranda.

La Unidad Macuchi.- Es una formación volcano sedimentario conformada por material volcánico de composición andesítica depositado en secuencias turbidíticas.

Los depósitos aluviales.-Son depósitos constituidos de arcillas, arenas.

Materiales y métodos

Para nuestro estudio se ha tomado en cuenta las parroquias pertenecientes a la zona Gabriel Ignacio Veintimilla del cantón Guaranda, como es Vinchoa. A continuación se indica los procesos aplicados en esta investigación.

Para realizar el análisis de suelos en el laboratorio se aplicaron los siguientes métodos:

Método interno para texturas

Este método nos permite identificar la textura del suelo y observar el contenido de partículas de arena, limo, arcilla.

Textura:

Para determinar la textura se aplicó el método interno, el que consta del siguiente procedimiento:

Equipos y Materiales:

Probeta de 250 ml

Agua

Agitador

Muestra de suelos

Procedimiento:

- 1) Tomar 100 g de suelo seco y colocarlo en la probeta de 250 ml.

- 2) Adicionar 150 ml de agua destilada hasta cubrir el suelo.
- 3) Con el agitador de vidrio revolver durante 10 minutos.
- 4) Dejar sedimentar por un tiempo de cinco días.

Método del picnómetro

Este método consiste en determinar la densidad real midiendo el peso de la muestra. Para esta se utiliza la siguiente fórmula:

$$\rho^{\text{r}} = (\text{Peso de la muestra}) / (\text{peso muestra} - \text{peso muestra en agua})$$

Peso muestra en agua = (peso picnómetro muestra más agua) - (peso picnómetro muestra)

Densidad:

Para determinar la densidad se aplicó el método interno del picnómetro el que consta del siguiente procedimiento:

Equipos y Materiales:

Picnómetro 10 ml
Desecador de vacío
Bomba de vacío
Balanza analítica
Agua destilada
Embudo de plástico
Termómetro
Muestra de suelos

Procedimiento:

- 1) Pesar el picnómetro limpio y perfectamente seco.
- 2) Colocar en el interior del picnómetro 5 g de suelo usando un embudo plástico.
- 3) Anotar el peso del picnómetro con suelo, manteniendo el picnómetro completamente limpio (evitar humedad y/o grasa en las manos).
- 4) Adicionar agua destilada hasta la mitad del volumen del picnómetro; girar este entre los dedos con mucha suavidad y colocarlo en el desecador de vacío.
- 5) Dejar reposar dentro del desecador por 30 minutos aproximadamente y eliminar el vacío del desecador paulatinamente, secar el picnómetro y llenar hasta aforo con agua destilada, secar perfectamente el exterior y pesar en la balanza analítica.
- 6) Tomar la temperatura de la suspensión.
- 7) Vaciar el picnómetro, enjuagarlo perfectamente y llenarlo hasta aforo con agua destilada.
- 8) Pesar el picnómetro con agua y tomar la temperatura.

Método del potenciómetro (PEE/S/02 Ref: EPA9045 D)

El método del potenciométrico o electroquímico para medir pH de un suelo es el más utilizado. Con este método se mide el potencial de un electrodo sensitivo a los iones H^+ (electrodo de vidrio) presentes en una solución problema; se usa como referencia un electrodo cuya solución problema no se modifica cuando cambia la concentración de los iones por medir, que es generalmente un electrodo de calomelano o de $Ag/AgCl$. El electrodo, a través de sus paredes, desarrolla un potencial eléctrico. En la práctica se utilizan soluciones amortiguadoras, de pH conocido, para calibrar el instrumento y luego comparar, ya sea el potencial eléctrico o el pH directamente de la solución por evaluar.

Las muestras que fueron recolectadas, normalmente deben recibir un tratamiento preliminar, antes de ser sometidas a algún tipo de técnica analítica, con el fin de estimar los contenidos de los elementos de interés.

Los objetivos de este tratamiento son:

Asegurarse que toda la muestra pueda transportarse y almacenarse adecuadamente.

Homogenizar la muestra de forma tal que la variabilidad en el submuestreo sea minimizado.

Realizar la separación preliminar de los constituyentes elementales de acuerdo a sus formas de ocurrencia en los diferentes materiales portadores.

Todos estos tratamientos se los realizó cuidadosamente con el fin de obtener una confiabilidad máxima en la identificación de todas las muestras y evitar la contaminación de estas.

En el laboratorio se realizaron análisis de suelo para determinar la textura, la densidad, pH del suelo.

Para los análisis nombrados anteriormente se utilizó el laboratorio de la Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental.

Las muestras para estos análisis se tomaron de las muestras superficiales en cinco lugares diferentes en el terreno que fueron extraídas.

pH

Para determinar el pH del suelo se aplicó el método del potenciómetro (PEE/S/02 Ref: EPA 9045 D) el que consta del siguiente procedimiento:

Equipos y Materiales:

Potenciómetro o medidor de pH

Balanza $A \pm 0.01g$

Vasos de precipitación de 50 ml de vidrio

Vasos de precipitación de 250 ml de vidrio

Varillas de vidrio

Embudos sin vástago

Papel filtro

Papel absorbente
Muestra de suelos

Procedimiento:

- 1) Pesar 20 g de suelo y colocarlo en un vaso de precipitación de 50 ml.
- 2) Agregar 20 ml de agua destilada, mezclar.
- 3) Agitar y dejar reposar 10 minutos.
- 4) Esperar una hora para la decantación.
- 5) Filtrar el contenido del vaso de precipitación con un embudo sin vástago y a través de un papel filtro. Si la separación de fases no es muy visible la mezcla y el pH se mide en la fase acuosa.
- 6) Pasados los 60 minutos, medir el pH con el potenciómetro.

Para realizar el análisis de suelos en el campo se aplicaron los siguientes métodos:

Reconocimiento de la zona

La morfología de la zona se caracteriza por presentar relieves no muy inclinados, predominando pendientes en el orden del 5% al 70%.

Se ha evidenciado que geomorfológicamente la parroquia Veintimilla se caracteriza por la presencia de terrazas aluviales, relieves montañosos, comprende geográficamente la mayor parte de la cordillera Occidental, la que se presenta alargada en sentido norte-sur.

La parroquia Veintimilla está bañada por ríos y quebradas; al oeste el río Guaranda y al este por las aguas provenientes de la cordillera Occidental; además recibe el aporte de quebradas que van a desembocar en el río Guaranda; como son las quebradas San Vicente, Lillohuaycu, y la Quinta. (Guaranda, 2014).

Apertura de calicatas

La apertura de calicatas se realizó en el sector Vinchoa, observando que el material a extraer no sea producto de deslizamientos o acumulaciones de material al pie de monte.

Las dimensiones de la calicata son de 1.5 m de profundidad por 1 m a lo largo y ancho de la calicata.



Figura 1. Apertura de calicatas.

Los instrumentos que se utilizaron para la apertura de las calicatas fueron una barreta y una pala. El material extraído de la calicata era ubicado a un costado de la misma para luego de realizar el muestreo de suelos, proceder a tapar con el mismo material.

Muestreo de suelos para análisis de laboratorio

El muestreo de suelos se lo ejecuta una vez identificados los horizontes de suelos en la calicata. El muestreo se lo realiza desde la parte baja hasta la parte más alta de la calicata para que no exista contaminación al momento de realizar el muestreo.

El peso de cada muestra recolectada es de 1 kg, el mismo que se coloca en una funda plástica, para luego ser procesado en el laboratorio para sus respectivos análisis.

Para el muestreo se utilizó:

- Espátula
- Fundas
- Flexómetro

Para complementar el muestreo de suelos de las calicatas, se realizaron dos excavaciones superficiales, con la finalidad de tomar muestras. Para este muestreo se quita la capa orgánica, y con el instrumento apropiado se muestrea un kilo de suelo.



Figura 2. Muestreo de suelos.

Resultados

Análisis de datos de campo y resultados de laboratorio

Los datos de campo se colectaron de la apertura de calicatas y se identificó el número de horizontes del suelo. Se realizó la descripción de cada una de ellas las

cuales fueron ejecutadas en la comunidad de Vinchoa, luego se correlaciona con los datos de laboratorio.

Para referencia del resultado de análisis de laboratorio se indica en la tabla 1 el análisis de resultados de la comunidad de Vinchoa.

Tabla 1. Análisis de resultados de la comunidad de Vinchoa

Parámetros	Unidad	Valor
Densidad a 20 °C	g/cm ³	2,24
pH	UpH	6,08
Textura: Arena	%	62,8
Textura: Limo	%	36,0
Textura: Arcilla	%	1,2

Fuente: LABFIGEMPA

Para referencia del trabajo de campo ejecutado se indica en la tabla 2, la descripción de una de las calicatas de la comunidad de Vinchoa.

Tabla 2. Descripción de calicata de la comunidad de Vinchoa

<p>Coordenadas UTM:</p> <p>X= 0724002</p> <p>Y= 9822949</p> <p>Cota: 2.696 m. s.n.m.</p> <p>Profundidad de la calicata (m): 1.50</p>
<p>Descripción</p> <p>Horizonte A.- Materia orgánica, presencia de hojas y raíces en estado de descomposición con un espesor de 15 cm aproximadamente.</p> <p>Horizonte B.- Presencia de clastos de 1-5 cm. Existen clastos menores a 30 cm, de roca, se observa coloraciones negro, café oscuro.</p>

Fuente: Autor

Tabla 3. Descripción de calicata de la Comunidad de Vinchoa

<p>Coordenadas UTM: X= 0724002 Y= 9822949 Cota: 2.696 m. s.n.m. # de horizontes: 2 Profundidad de la calicata (m): 1.50</p>	
<p>Descripción</p> <p>Horizonte A.- Materia orgánica, presencia de hojas y raíces en estado de descomposición con un espesor de 15 cm. aproximadamente.</p> <p>Horizonte B.- Presencia de clastos de 1-5 cm. Existen clastos menores a 30 cm de roca, se observa coloraciones negro, café oscuro.</p>	

Fuente: Autor

El presente estudio se apoyó en los resultados de los datos de campo tomados de la descripción de los horizontes de la calicata y los resultados de laboratorio del análisis de muestras de suelos, los mismos que incluyen el porcentaje de arena, limo, arcilla, para identificar el tipo de textura del suelo.

Además se obtuvo el valor del pH y la densidad para identificar el tipo de pH del suelo en base al rango establecido por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)

Análisis de resultados texturas (Vinchoa)

Del análisis de muestra realizado en el laboratorio del sector de Vinchoa se llegó a determinar porcentaje de arena de 62,8%, de limo 36,0%, de arcilla 1,2% lo cual nos da una textura de suelo franco arenoso por lo que podemos decir que la cantidad de los componentes del suelo se encuentra en proporciones óptimas o muy próximos a ella. Son suelos de elevada productividad, debido a su textura relativamente suelta, heredada de la arena, a su fertilidad procedente de limos incluidos y al mismo tiempo con adecuada retención de humedad por la arcilla presente.

Análisis de resultados pH, densidad (Vinchoa)

En base a la muestra del suelo se tiene un pH de 6,08, considerando un suelo ácido, debido a la escasez de bosques. Mediante el análisis de suelos se pudo obtener la densidad de $2,24 \text{ g/cm}^3$ a temperatura de 20°C .

Conclusiones

El estudio de los análisis de suelos, demuestra que la mayoría de los peligros existentes en el área son de tipo antrópico, causantes de inestabilidad del terreno (movimientos en masa).

En el análisis efectuado se observó que además de la intervención antrópica, existen otros factores de riesgo para la zona y sus habitantes, estos pueden ser: las altas precipitaciones, las pendientes fuertes del terreno, las características de los suelos como los componentes inorgánicos y orgánicos, partículas de distinto tamaño: arena gruesa, limos y arcillas.

El uso agrícola del suelo y los asentamientos humanos en zonas de riesgos contribuyen al desencadenamiento de movimientos de remoción de masa, especialmente por el efecto de inestabilidad de los terrenos debido al uso inadecuado que se les da; tales como: cultivos no aptos, construcción de viviendas sin apego a la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

En la zona de estudio se observa la presencia de monocultivos (pastos) y poca cantidad de montaña, esto hace que el suelo se vuelva ácido.

La zona de estudio presenta el tipo de suelo franco arenoso de baja plasticidad de consistencia rígida.

Referencias

- Braja M. Das. (2001). *Principios de ingeniería de cimentación*. México: International Thomson Editores S.A.
- Brizuela, L. A. (2013). Estudio de suelo.
- Escorza, L. (1993). *Levantamiento geológico de la depresión de Guaranda*. Quito: Escorza, L.
- Guaranda, G. (2014-11-14). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial cantón Guaranda*. Guaranda.
- Guaranda, G. (3 de 3 de 2017). *GADC Guaranda*. Obtenido de GADC Guaranda: <http://guaranda.gob.ec/newsiteCMT/cultura/>

Diseño e implementación de un sistema prototipo de encendido y transferencia inalámbrica de datos de un espectrómetro para la detección de derrames de petróleo

Alexander Cárdenas

Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
alexander.cardenas@epn.edu.ec

Eduardo Ávalos

Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
eduardo.avalos@epn.edu.ec

*Rolando Sáenz**

Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
rolando.saenz@epn.edu.ec

Recibido: 01 de septiembre / *Aprobado:* 30 de noviembre 2017

Resumen

Este documento presenta el diseño, implementación y pruebas de un sistema prototipo de detección de derrames de petróleo basado en la utilización de un sensor de resistencia eléctrica de suelo, este prototipo enciende un espectrómetro del cual se toman datos que posteriormente son transmitidos inalámbricamente para determinar si existe o no contaminación generada por un derrame de petróleo. El prototipo se encuentra dividido en 2 subsistemas: subsistema sensor-Arduino-actuador y subsistema de transferencia inalámbrica de datos. El subsistema sensor-Arduino-actuador es el encargado de detectar un cambio en la resistencia eléctrica del suelo y encender el espectrómetro, mientras que el subsistema de transferencia inalámbrica de datos se encarga de tomar los datos

del espectrómetro y enviar los mismos como un mensaje de correo electrónico utilizando una conexión inalámbrica con una red de datos celular. El subsistema de transferencia inalámbrica de datos se encuentra implementado mediante una tarjeta Raspberry Pi y un módulo GSM/GPRS. Todos los programas utilizados para controlar tanto la placa Arduino como la placa Raspberry Pi se encuentran implementados con software libre.

Palabras clave: Arduino, espectrometro, Raspberry Pi.

Abstract

This paper presents the design, implementation and testing of a prototype of an oil spill detection system based on the use of an electric soil resistance sensor, this prototype turn on a spectrometer from which data is then taken wirelessly to determine if there is or is not pollution generated by an oil spill. The prototype is divided into 2 subsystems which are: Sensor-Arduino-Actuator subsystem and wireless data transfer subsystem. The Sensor-Arduino-Actuator subsystem is responsible for detecting a change in the electrical resistance of the ground and turning on the spectrometer, while the wireless data transfer subsystem is responsible for taking the spectrometer data and sending the same as a message of email using a wireless connection to a cellular data network. The wireless data transfer subsystem is implemented using a Raspberry Pi card and a GSM / GPRS module. All programs used to control both the Arduino board and the Raspberry Pi board are implemented with free software.

Keywords: Arduino, espectrómeter, Raspberry Pi.

Introducción

Los derrames de petróleo son causa de grandes pérdidas económicas tanto para empresas petroleras como para actividades agrícolas locales, pero sin duda alguna los derrames de petróleo son una de las causas de mayor contaminación ambiental, los efectos que generan son de acción inmediata y duradera en el tiempo, muchos de estos efectos llegan inclusive a ser irreversibles. El presente proyecto se basa en el uso de sensores, microcontroladores y comunicaciones inalámbricas con el fin de generar una respuesta temprana ante una posible situación de derrame de petróleo.

El uso de microcontroladores para la automatización de procesos es una práctica ampliamente difundida, pues estos son capaces de realizar operaciones previamente grabadas en su memoria. Estos dispositivos son capaces de trabajar en conjunto con sensores y actuadores. Los sensores permiten obtener datos sobre el entorno, estos datos son enviados hacia los microcontroladores para que sean procesados y acorde a estos se tomen o no acciones, mientras que los actuadores son dispositivos que tras recibir una señal de un microcontrolador realizan una acción en particular.

En la actualidad para realizar análisis de muestras de petróleo se utilizan espectrómetros, los espectrómetros aprovechan las características de fluorescencia de algunos de los hidrocarburos presentes en el petróleo para realizar sus mediciones, esta técnica se denomina LIF (Fluorescencia Inducida por Láser)[1].

Cuando la luz interactúa con la materia se pueden generar varios procesos tales como: reflexión, dispersión, absorbanza, fluorescencia, fosforescencia, etc.

La fluorescencia es un fenómeno que presentan algunas sustancias, se basa en que estas sustancias son capaces de absorber luz, generalmente en el rango del ultravioleta, para luego emitir luz con una longitud de onda mayor. La energía emitida por la sustancia en forma de luz es menor que la energía que fue absorbida pues parte de esta energía es emitida en forma de calor. Este fenómeno es tan breve que ocurre en el orden de los nanosegundos, es tan rápido que tan pronto como existe una excitación de la sustancia el fenómeno aparece y tan pronto como desaparece la excitación el fenómeno de igual manera desaparece [2].

En el presente proyecto se pretende crear un prototipo que ante una posible situación de derrame de petróleo, basándose en un incremento en la resistencia eléctrica del suelo, encienda un espectrómetro y envíe inalámbricamente los datos recolectados por este equipo para su análisis y determinar así si existe o no la presencia de petróleo.

Metodología

Los sensores son dispositivos con la capacidad de imitar la forma en la que las personas perciben el entorno. Su uso se encuentra tan extendido que actualmente todo dispositivo electrónico presenta algún tipo de sensor. Estos dispositivos son capaces de obtener información del entorno y transmitirla. Esta información puede ser procesada para generar respuestas o iniciar procesos [3].

Arduino es una plataforma de desarrollo de prototipos de hardware y software libre, está compuesta principalmente de una placa con un microcontrolador programable. Los microcontroladores que utiliza Arduino son del tipo AVR, que es una familia de microcontroladores fabricada por la marca Atmel. Las placas Arduino presentan un número variable de pines, dependen del modelo de Arduino, los que se encuentran conectados a las entradas y salidas del microcontrolador. Los pines pueden ser entradas y salidas digitales así como entradas analógicas, las cuales permiten conectar e interactuar con facilidad con sensores y actuadores.

Los microcontroladores son circuitos integrados que tienen la característica de ser programables. Estos dispositivos son capaces de realizar tareas programadas previamente de manera autónoma, disponen de una unidad central de procesamiento (CPU), esta unidad es la encargada de realizar todas las tareas programadas y controlar que estas se ejecuten correctamente.

Los microcontroladores presentan una serie de entradas y salidas, estas pueden ser digitales o analógicas. Las entradas o salidas permiten conectar los microcontroladores con una gran cantidad de periféricos, las entradas analógicas están a su vez conectadas a un convertor analógico-digital (CAD), que tiene como función tomar una señal analógica y transformarla a un valor binario, es decir transforman señales analógicas en señales digitales. En general los microcontroladores que usa Arduino poseen un CAD de 10 bits.

La conversión analógica digital es un proceso que empieza cuando la variable física entra al sistema, una vez en el sistema esta señal analógica (continua en tiempo y en amplitud) es muestreada. El proceso de muestreo, también conocido como sampling, consiste en tomar muestras de la señal analógica en determinados instantes de tiempo con lo cual se obtiene una señal equivalente a la analógica pero discreta en tiempo. Los instantes de tiempo en los que se muestrea la señal obedecen al teorema del muestreo que establece que una señal debe ser muestreada a una frecuencia de al menos dos veces la frecuencia más alta contenida en la señal.

Tras el muestreo de la señal esta pasa a ser cuantificada con lo que se obtiene una señal discreta tanto en tiempo como en amplitud. En la cuantificación se aproxima cada una de las muestras a un único valor del intervalo de cuantificación en el que caen.

Finalmente se realiza el proceso de codificación, éste consiste en asignar una palabra binaria a cada intervalo de cuantificación

Los actuadores son dispositivos que transforman algún tipo de energía para generar una fuerza que ejerce un cambio de posición, velocidad o estado de un elemento mecánico. Los actuadores reciben órdenes de los microcontroladores y generan una salida para activar un elemento final que es parte de un proceso automatizado.

Raspberry Pi son una serie de micro computadores con una alta capacidad de procesamiento, incorporan todas sus partes en una placa de circuito impreso (PCB) de un tamaño no mucho mayor al de una tarjeta de crédito. Estos micro-computadores son compatibles con una gran cantidad de periféricos, estos incluyen: teclados, ratones, pantallas LCD, impresoras, cámaras, etc. Dichos micro computadores utilizan como disco duro tarjetas SD o micro SD donde alojan el sistema operativo.

Todas las versiones de Raspberry existentes cuentan con puertos HDMI y USB así como con una interfaz denominada GPIO (Entradas/Salidas de Propósito General). Además de las interfaces anteriores, todas las versiones de placas Raspberry incluyen también un puerto Ethernet. Los procesadores utilizados en las placas Raspberry son de arquitectura ARM, lo cual les permite ejecutar operaciones complejas con un bajo consumo de energía. Debido a su alta capacidad de procesamiento estos dispositivos pueden utilizar algunos sistemas operativos Linux [5].

La interfaz GPIO son un conjunto de pines existentes en todas las placas Raspberry, según el modelo pueden estos contener 26 o 40 pines. Estos pines son entradas y salidas digitales y permiten a las placas Raspberry interactuar con el mundo exterior. En estos pines se pueden conectar sensores o recibir señales provenientes de computadores u otros dispositivos. Todos los pines GPIO pueden configurarse mediante el sistema operativo para cumplir funciones de entradas o salidas digitales y así automatizar procesos.

Raspbian es un sistema operativo optimizado -una de las tantas distribuciones gratuitas existentes de Linux- para trabajar con el hardware de las placas Raspberry Pi. Raspbian está basado en Debian (otro sistema operativo también basado en Linux). Un sistema operativo es un conjunto básico de programas y utilidades que permiten que Raspberry funcione.

Los módulos GSM/GPRS son dispositivos inalámbricos capaces de conectarse a las redes de telefonía celular tal cual lo haría un teléfono celular y utilizar todos los servicios que estas provean, como llamadas de voz, mensajes (SMS), email, internet, etc. Estos dispositivos son de un tamaño reducido y contienen todo el hardware necesario para usar las redes de telefonía celular, pueden ser controlados fácilmente por microcontroladores o computadores debido a que presentan interfaces de comunicación serial.

La rápida evolución de la telefonía celular ha permitido que los sistemas celulares presenten nuevas y mejores características que se adapten a las cambiantes necesidades de las personas. En sus inicios los sistemas celulares eran analógicos y estrictamente para llamadas de voz, posteriormente aparecieron servicios como mensajes de texto cortos (SMS) y conexiones a internet, todo esto gracias a que los sistemas pasaron a ser digitales y las velocidades de transmisión de datos se fueron incrementando rápidamente.

GSM es una tecnología celular de segunda generación, es la tecnología celular con más suscriptores en el mundo, presenta ya un servicio de voz digital y con velocidades de transmisión de datos de hasta 14.4 kbps. GSM fue la primera tecnología en introducir el uso de tarjetas SIM así como implementar el servicio de mensajes cortos (SMS). GSM como tal no permite a los usuarios conectarse a internet, sin embargo su infraestructura es fundamental para lograrlo [6].

La arquitectura de GSM se subdivide en tres subsistemas:

- Estación Móvil: está conformado por el dispositivo terminal de usuario y la tarjeta SIM. El dispositivo terminal de usuario puede ser un teléfono celular, una tablet, una laptop o inclusive un módem.
- Subsistema de Estación Base: también denominado “red de radio”, es el encargado de gestionar la interfaz de radio, contiene todos los nodos y funcionalidades que son necesarios para conectar de forma inalámbrica a los suscriptores móviles a través de la interfaz de radio a la red.
- Subsistema de Red: denominada “núcleo de la red”. Cumple funciones relacionadas con la conmutación de llamadas, para la gestión de abonados y la gestión de la movilidad. La tarea más importante de este subsistema es el establecimiento, control y enrutamiento de llamadas entre diferentes centros de conmutación fijos y móviles y otras redes.

GPRS es una tecnología 2.5G, considerada una extensión de GSM debido a que introduce ciertos componentes y actualiza el software de la infraestructura propia de GSM para poder funcionar, con lo cual los operadores de telefonía celular no necesitan reemplazar la infraestructura ya existente.

GPRS permitió por primera vez a los dispositivos móviles conectarse a internet a través de una infraestructura de conmutación de paquetes, además permitió usar el servicio de correo electrónico así como el servicio de mensajes multimedia (MMS). [8]

GPRS trabaja con velocidades de datos superiores a las de GSM, estas pueden llegar a ser teóricamente de 80 kbps en el downlink y de 40 kbps en el uplink, aunque en la práctica llegan a ser mucho menores [6].

Diseño e implementación del sistema

En esta sección se muestra el diseño e implementación del sistema prototipo propuesto, que está basado en la utilización de plataformas de hardware y software libre.

- **Subsistema de transferencia inalámbrica de datos**

Los datos generados por el espectrómetro son pares longitud de onda - intensidad fotónica, estos datos son generados en un archivo con extensión .txt. El tamaño del archivo generado, cada vez que se enciende el espectrómetro, es de 57 kilobyte. Estos archivos generados serán enviados por medio de correo electrónico, a través de una cuenta creada solo para este propósito.

Debido a que los datos serán enviados mediante correo electrónico se necesita de una tecnología celular que cuente con una red datos para tener una conexión a internet. Entre las tecnologías existentes en el país con estas características se encuentran: GPRS, HSPA+, LTE y LTE A. La tecnología GPRS es la más antigua de todas las mencionadas y con la velocidad de transmisión de datos más baja, sin embargo para el proyecto actual, estas velocidades son suficientes para un correcto funcionamiento debido a que no se necesita un gran ancho de banda para usar el servicio de correo electrónico.

El principal factor para determinar si la solución en base a la tecnología GPRS es factible, es la cobertura. Desde este aspecto la cobertura que presenta esta tecnología celular es la mejor con respecto a las demás tecnologías.

El módulo utilizado en este proyecto es un módulo SIM800L EVB. Este módulo permite conectar el prototipo con la red de datos celular, es un módulo de tamaño reducido que opera a 5V y posee un slot para tarjetas μ SIM. Es un módulo de cuádruple banda que trabaja a las frecuencias de GSM 850 Mhz, EGSM 900 MHz, DCS 1800 MHz y PCS 1900 Mhz. La velocidad máxima teórica que se puede tener con este módulo es de 85,6 kbps en el downlink.

Para extraer y enviar los datos del espectrómetro y controlar el funcionamiento del módulo GSM/GPRS se utilizó una placa Raspberry Pi 2. Esta placa es un microcomputador que consta de un procesador quad-core ARM Cortex que opera a 900 Mhz y un 1 Gb de memoria RAM como características principales. Además cuenta con: 4 puertos USB, 40 pines entrada/salida de propósito general (GPIO), un puerto HDMI, un puerto Ethernet, una ranura para tarjetas microSD, entre otras interfaces que para el presente proyecto no son utilizadas.

El microespectrómetro utilizado es de la compañía Ocean Optics, cuenta con un kit de desarrolladores enfocado a la implementación de proyectos de investigación. Este kit se encuentra implementado con placas Raspberry pi 2 y usan como sistema operativo una distribución de Linux modificada. Este sistema operativo cuenta con las mismas características que la versión original de Raspbian Wheezy

pero además cuenta con librerías y controladores propios del microespectrómetro previamente instalados.

Estos microespectrómetros no cuentan con una fuente de luz propia, razón por la cual para realizar las pruebas de funcionamiento del equipo se implementó un espectrómetro usando el microespectrómetro y una fuente de luz de 390 nm.

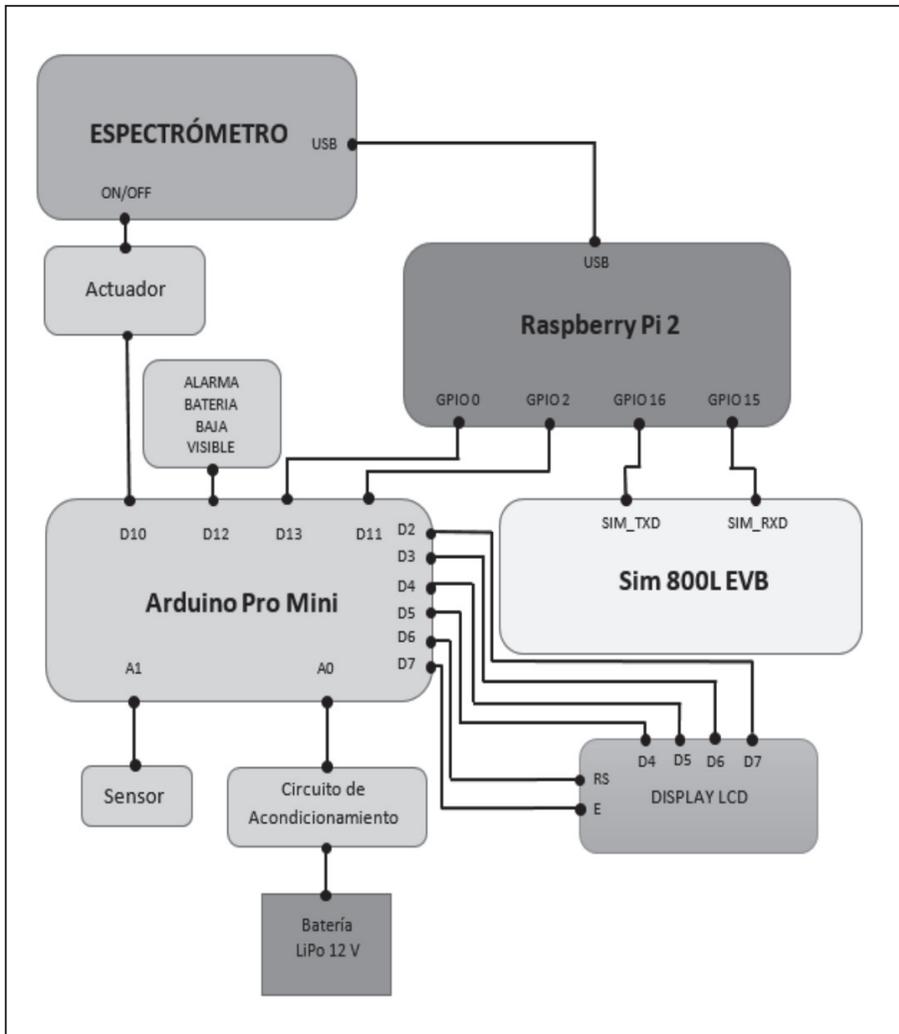


Figura 1. Diagrama de conexión de dispositivos.

- **Subsistema sensor-Arduino-actuador**

El sensor utilizado basa su funcionamiento en la resistencia eléctrica que presente el suelo, el sensor está conformado de una placa electrónica y una sonda, este sensor cuenta con dos salidas, una salida digital y una salida analógica.

La salida digital para este proyecto no es utilizada, mientras que la salida analógica envía hacia la placa Arduino un voltaje comprendido entre 0 V y 5 V equivalente a la resistencia eléctrica presente en la sonda insertada en el suelo.

La sonda del sensor se muestra en la figura 2. La resistencia eléctrica del suelo que se mide es aquella que se encuentra entre las paredes del tubo de cobre y la punta que atraviesa el interior del tubo, del mismo material.



Figura 2. Sonda del sensor de resistencia eléctrica de suelo.

Para el proyecto se utilizó una placa de desarrollo Arduino Pro-Mini. Esta placa cuenta con un microcontrolador Atmel Atmega 328, 14 pines entrada/salida digitales y 6 entradas analógicas, cada una está conectada a un conversor analógico digital de 10 bits [7].

Existen dos versiones: una a 3.3 V y 8 Mhz y otra a 5 V y 16 Mhz, para este proyecto se escogió la versión de 5 V y 16 Mhz, esto debido a que tanto el módulo GPRS y la tarjeta Raspberry pi 2 usados para la transmisión inalámbrica de datos operan de igual manera con 5 V, evitando el uso de circuitería adicional para ajustar el voltaje.

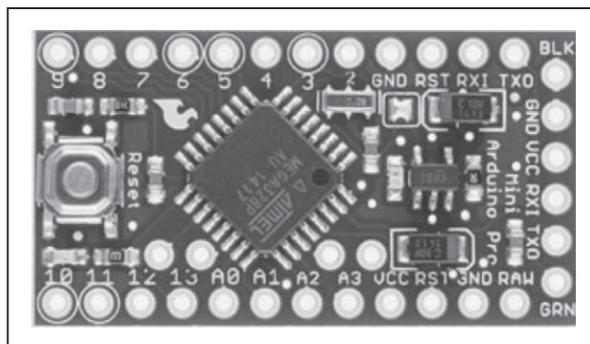


Figura 3. Arduino Pro Mini.

El actuador que se implementó para este proyecto es un conjunto de elementos que está conformado por un relé electromecánico, un transistor, un diodo y una resistencia. La figura 4 muestra el circuito esquemático del actuador.

Para la alimentación de todo el prototipo se hizo uso de una batería LiPo de 3 celdas, junto con un regulador de voltaje variable StepDown. Este regulador fue configurado para entregar 5 V, voltaje con el cual operan todos los dispositivos del prototipo.

La batería utilizada en este proyecto es una batería Li-Po de 3 celdas con un voltaje nominal de 11.1 V y 5000 mAh. El voltaje de la batería puede llegar a ser de hasta 12,6 V cuando está totalmente cargada.

Pruebas y resultados

Para determinar el comportamiento del suelo ante la presencia de petróleo y la manera en la que responde el sensor, se implementó un sistema de adquisición de datos utilizando la misma placa Arduino Pro-Mini y el sensor del prototipo.

Para implementar este sistema de adquisición de datos se hizo uso del programa PLX-DAQ que permite recolectar los datos obtenidos por la placa Arduino en una hoja de cálculo de Excel en tiempo real. En las hojas de cálculo se almacenaron los valores obtenidos por el sensor así como la hora en la que la medición fue realizada y el tiempo transcurrido entre cada una de las mediciones

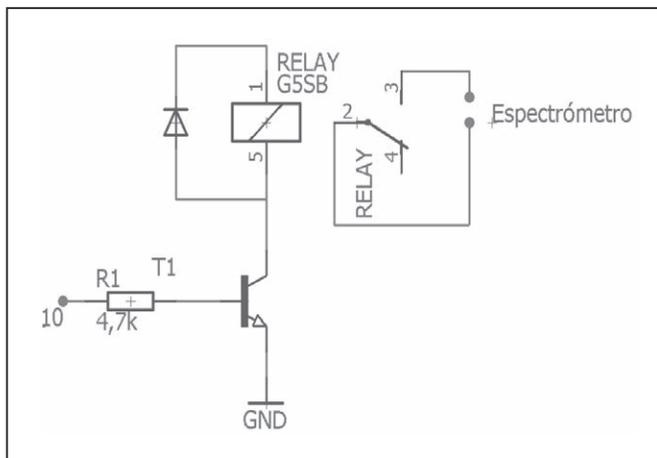


Figura 4. Diseño esquemático del actuador.

La figura 5 muestra una gráfica con los datos obtenidos al contaminar suelo húmido con petróleo a distintos niveles de humedad.

Los puntos rojos que se observan en la gráfica indican el momento en el que se realizó la contaminación con petróleo.

La figura 6 muestra una gráfica con los datos obtenidos al contaminar suelo arenoso con petróleo a distintos niveles de humedad.

La figura 7 muestra una gráfica con los datos obtenidos al contaminar suelo arcilloso con petróleo a distintos niveles de humedad.

El equipo fue colocado en una caja metálica, en la cual un botón de encendido general fue ubicado en la parte superior, mientras que a los costados se realizaron orificios para colocar la antena del módulo GSM/GPRS y dar una salida a los cables de conexión con el espectrómetro y la sonda. El equipo ensamblado se muestra en la figura 8.

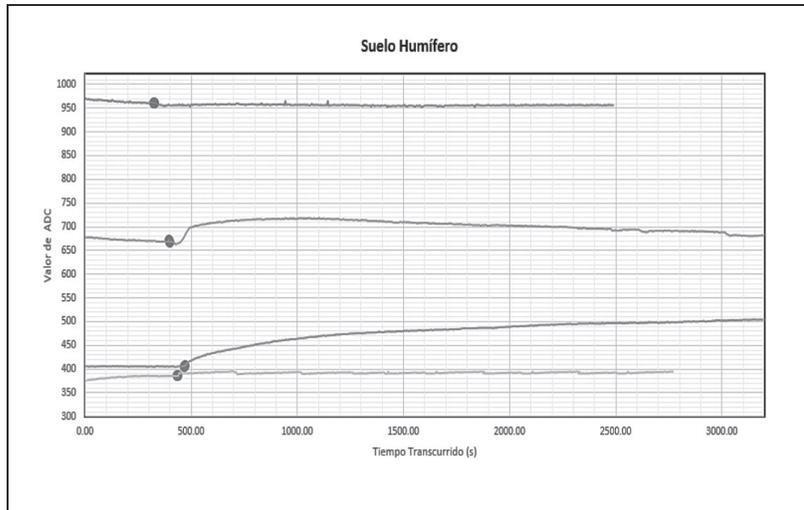


Figura 5. Comportamiento del suelo humífero ante la presencia de petróleo.

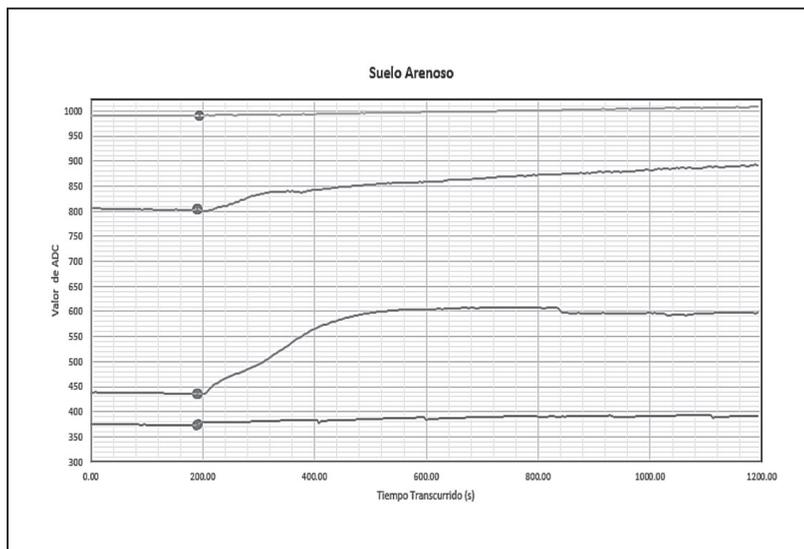


Figura 6. Comportamiento del suelo arenoso ante la presencia de petróleo.

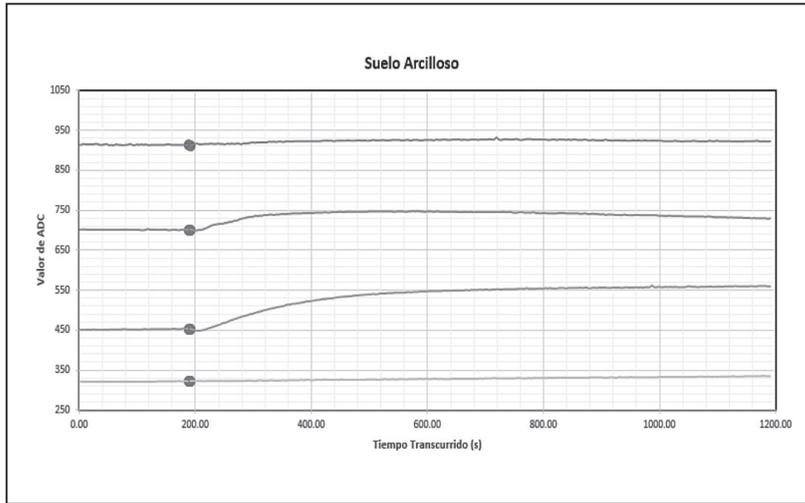


Figura 7. Comportamiento del suelo arcilloso ante la presencia de petróleo.

Para graficar los datos obtenidos del espectrómetro tras ser enviados por mensajes de correo electrónico, se desarrolló un software en Matlab. Los resultados de suelo contaminado con petróleo se muestran en la figura 10.

Como se puede observar, existe un pico alrededor de los 510 nm perteneciente a un fenómeno de fluorescencia producido al iluminar suelo contaminado con una fuente de luz de 390 nm.

Algo distinto sucede cuando se envían datos de suelo sin contaminar con petróleo, en este caso el pico antes mencionado es inexistente.

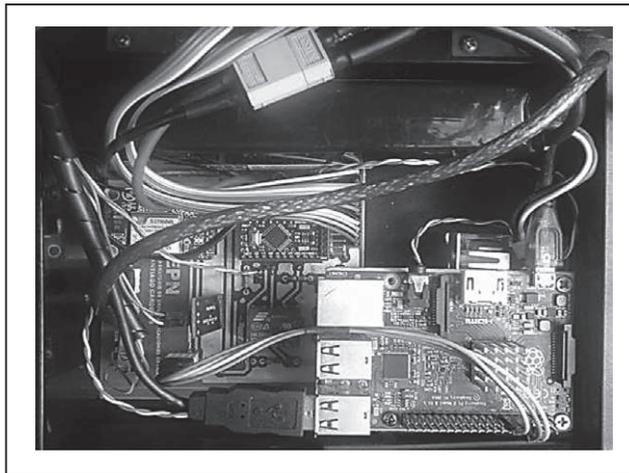


Figura 8. Vista interna del equipo prototipo ensamblado.

La figura 9 muestra una vista externa del equipo prototipo.

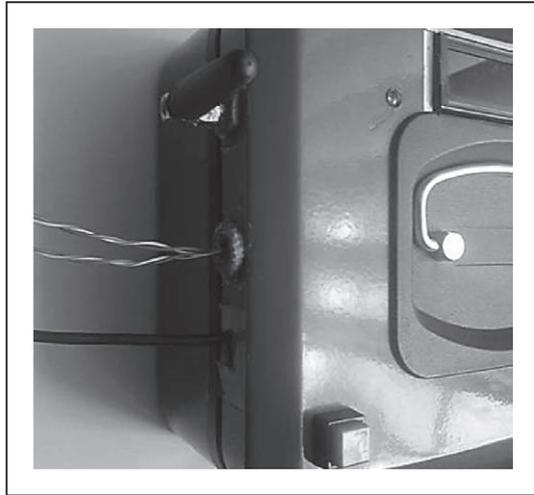


Figura 9. Vista externa del equipo prototipo.

Los picos más grandes observados alrededor de los 390 nm corresponden a un fenómeno de reflexión debido a la fuente de luz utilizada en el proyecto.

En la figura 12 se puede observar el equipo completamente instalado.

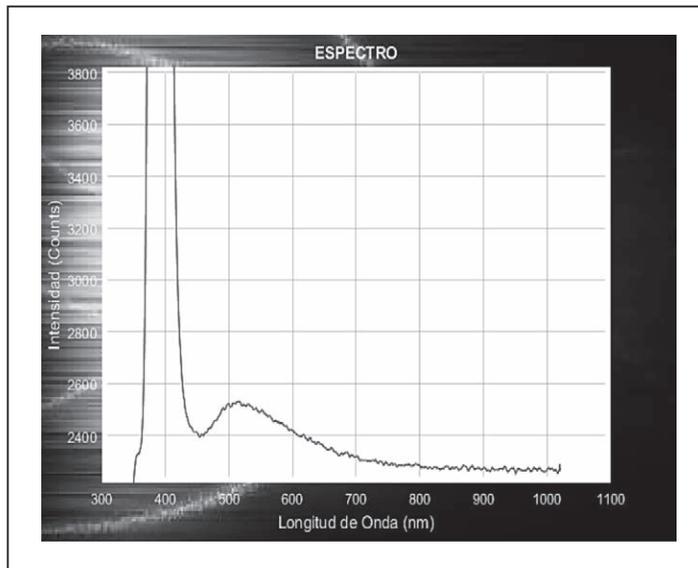


Figura 10. Vista externa del equipo prototipo.

La figura 11 muestra la gráfica obtenida de suelo sin contaminar.

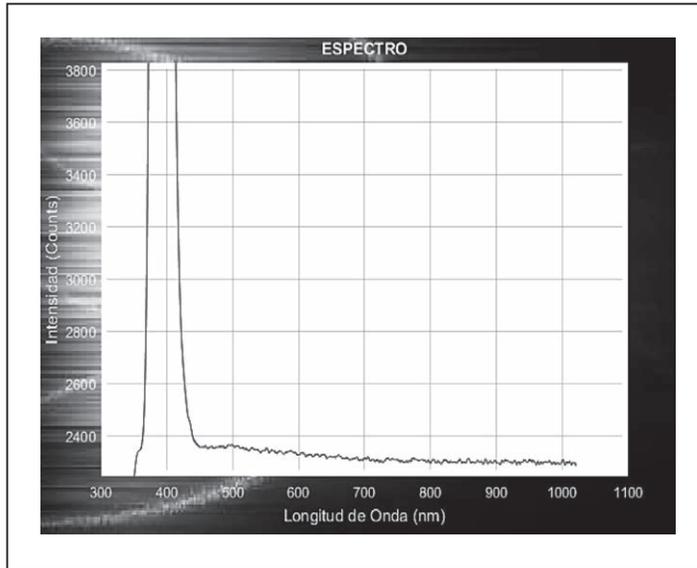


Figura 11. Vista externa del equipo prototipo.

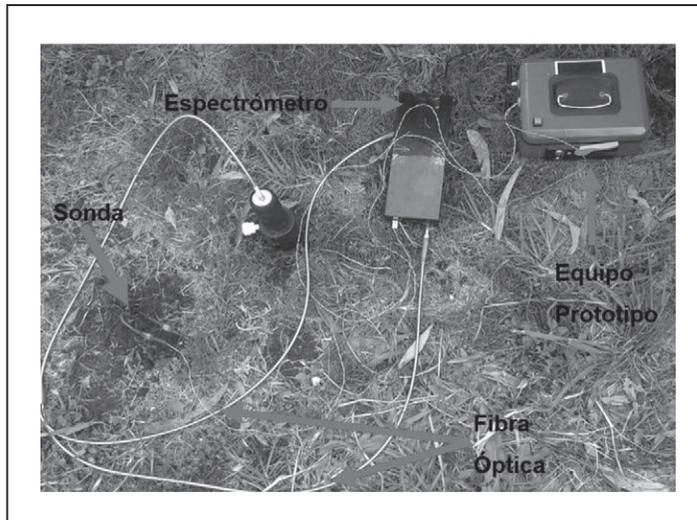


Figura 12. Equipo prototipo instalado.

Conclusiones

El equipo prototipo permite determinar si existe o no un derrame de petróleo mediante el análisis de los datos enviados, los espectros recibidos muestran un claro pico en los 510 nm correspondiente a un fenómeno de fluorescencia cuando existe la presencia de petróleo, mientras que la presencia de este pico es inexistente en suelo que no se encuentra contaminado con petróleo.

Existen varios factores ambientales como temperatura, humedad, radiación solar que generan un incremento en la resistencia eléctrica del suelo, de manera similar al que genera el petróleo en contacto con el suelo, lo que hace que el equipo prototipo encienda el espectrómetro y se envíen los datos a pesar de que no exista una contaminación con petróleo.

La tecnología celular GPRS es adecuada para transmitir la pequeña cantidad de datos generados por el espectrómetro, cada vez que éste sea encendido por una posible situación de derrame de petróleo, a pesar de no ser la tecnología más actual disponible en el mercado ni la más rápida. Sin embargo GPRS es la tecnología más adecuada para transmitir los datos generados desde el punto de vista de cobertura puesto que esta tecnología usa la cobertura de GSM, que es en este aspecto la tecnología celular que mejores prestaciones brinda.

Referencias

- [1] UNESCO. *Determinación de los hidrocarburos del petróleo en los sedimentos*, 1982. [En línea]. Available: <http://unesdoc.unesco.org/images/0005/000526/052655so.pdf>. [Último acceso: febrero 2017].
- [2] J. Lakowick. *Principles of fluorescence spectroscopy*. Nueva York: Springer Science + Business Media, 2004.
- [3] A. Serna, F. Ros y J. Rico. *Guía práctica de sensores*. España: Creaciones Copyright, S.L., 2010.
- [4] O. Torrente. *Arduino. Curso práctico de formación*. México: Alfaomega Grupo Editor, 2013.
- [5] Raspberry PI Foundation. *GPIO: Raspberry pi models A and B*. [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/gpio/>. [Último acceso: febrero 2017].
- [6] M. Sauter. *From GSM to LTE: an introduction to mobile networks and mobile broadband*. Alemania: John Wiley and Sons, 2011.
- [7] Arduino, «Arduino Pro Mini», 2017. [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardProMini>. [Último acceso: febrero 2017].

Creación de una línea de transporte fluvial en el río Bobonaza desde puerto Latasas hasta Sarayacu, bajo la modalidad de un subsidio porcentual

Salomón Jaya Quezada

Director del Centro de Excelencia en Transporte Intermodal y Fluvial-CETIF
jayasalo@yahoo.com

Mónica Coronel Silva

Investigadora del Centro de Excelencia en Transporte Intermodal y Fluvial-CETIF
xelamon7@hotmail.com

Recibido: 16 de octubre / *Aprobado:* 21 de diciembre 2017

Resumen

Esta propuesta se realizó con el fin de brindar a las poblaciones asentadas en las orillas del río Bobonaza, provincia de Pastaza-Ecuador un servicio de transporte oportuno y subsidiado que contribuya con su desarrollo y bienestar. Para esto nos hemos basado en varios criterios técnicos respecto a la reducción de tiempos del transporte, a la minimización de riesgos en la navegabilidad; se realizó un diagnóstico del servicio de transporte fluvial en la ruta y se hizo un análisis de la oferta y demanda. El tramo en estudio cubre la ruta puerto Latasas – Sarayacu, tomando en consideración que en la actualidad no existe una línea fija que atienda al sector.

Palabras clave: transporte fluvial, Latasas, Sarayaku, Bobonaza.

Abstract

This proposal was made in order to provide the populations settled on the banks of the Bobonaza River, Province of Pastaza-Ecuador, a timely and subsidized transportation service that contributes to their development and well-being. For this we have based on several technical criteria regarding the reduction of transportation times, to minimize risks in navigability; a diagnosis of the fluvial transport service was made on the route and an analysis of supply and demand was made. The section under study that covers the Latasas - Sarayacu port route, taking into account that currently there is no fixed line that covers the sector.

Keywords: river transport, Latasas, Sarayaku, Bobonasa.

Introducción

A continuación se presenta los resultados del proyecto: “Creación de una línea de transporte fluvial en el río Bobonaza desde el puerto Latasas hasta Sarayacu, bajo la modalidad de un subsidio porcentual”; realizado por el Centro de Excelencia en Transporte Intermodal y Fluvial (CETIF) y la Universidad Central del Ecuador, para brindar el servicio de transporte fluvial a las poblaciones asentadas en las orillas del río Bobonaza en la provincia de Pastaza-Ecuador, con el fin de mejorar el desarrollo y bienestar de las comunidades.

Objetivos:

General

Realizar el estudio de una línea de transporte fluvial eficiente, segura y de acceso a todas las personas, mediante un subsidio porcentual de la tarifa establecida, para los habitantes de la cuenca del Bobonaza, que sea ambientalmente amigable con la naturaleza, que esté en concordancia con el desarrollo de la zona donde se implementará, que cumpla con los preceptos de ser un transporte sostenible, social y económico con el uso racional de los recursos.

Específicos

- Realizar un diagnóstico del servicio de transporte fluvial en la ruta Latasas-Sarayacu con el fin de optimizar la cobertura y calidad de la movilidad fluvial en las riberas del río Bobonaza entre Latasas y Sarayacu.
- Realizar un estudio de oferta y demanda del uso del transporte fluvial.
- Presentar una propuesta técnica-económica de transporte fluvial con un subsidio porcentual.

Alcance

El desarrollo económico de la cuenca del río Bobonaza está íntimamente vinculado a las inversiones que se realicen en sus vías de comunicación como carreteras, puertos, aeropuertos, ríos y pistas de aterrizaje con el fin de desarrollar la intermodalidad en el transporte.

El transporte fluvial en esta cuenca es un factor muy importante en el ámbito social, económico y ambiental, especialmente en esta región donde la provisión de carreteras se dificulta por su geografía y por sus frágiles ecosistemas, por lo tanto, son los ríos la única vía de traslado en la zona.

El transporte es vital para dar un adecuado soporte al desarrollo económico y social donde los patrones actuales y tendencia no son sostenibles.

El transporte sostenible salva vidas, genera condiciones para el desarrollo económico con equidad y protege al medio ambiente local y global.

Con la implementación de esta propuesta se mejoraría la calidad de vida de los pobladores que se encuentran en el área de influencia directa del estudio para lo cual se realizará un diagnóstico de la situación del transporte fluvial del sector, un análisis de oferta y demanda del servicio de transporte fluvial en el tramo en estudio desde puerto Latasas hasta Sarayacu.

Ubicación del lugar de estudio

El estudio está ubicado en la provincia de Pastaza, parroquia Canelos en el tramo Canelos - puerto Latasas - Sarayacu.



Esquema 1. Ubicación del proyecto.

Fuente: CETIF

El área de influencia se determinó en función de los flujos fluviales de transporte, tomando en consideración el origen y destino de los pasajeros, las embarcaciones y la carga movilizadas. Esto permitió a su vez definir los centros de generación y recepción de los flujos de transporte fluvial, además se tomó en consideración la existencia de los diferentes medios de transporte que permiten el acceso de los flujos hacia las vías navegables como los ríos afluentes, y trochas carrozables. El área de influencia directa se determinó tomando en consideración los alcances de accesibilidad a las poblaciones asentadas a lo largo del río Bobonaza, esta área es de un kilómetro a cada lado del cauce desde el eje del río y corresponde a las poblaciones aledañas asentadas a lo largo del río Bobonaza.

Vialidad

La parroquia Sarayacu, caracterizada por su ubicación geográfica particular, posee dos tipos de sistemas de movilidad claramente definidos, el aéreo y fluvial, y uno adicional, no tan definido, es el terrestre a nivel de senderos que conectan a las comunidades cercanas entre ellas. Los senderos son aperturas esporádicas que se realizan en búsqueda de nuevas alternativas de conexión.

El GAD parroquial de Sarayacu tiene un convenio firmado con el GAD provincial de Pastaza para la construcción de una carretera desde Latasas hasta Umupi de 24.5 km. Las comunidades utilizarán esta vía para sacar sus productos agrícolas para lo cual necesitarán vehículos comunitarios, esta vía permitiría que se atienda las urgencias médicas y otros aspectos de importancia para la parroquia de Sarayacu.

El transporte desde Sarayacu es por medios fluviales, aéreos y terrestres como la vía Latasas – Pakayaku, la vía Llanchama-cocha – Moretecocha – Curiyacu hasta la vía El Triunfo – Arajuno, y la vía que conecta Mashient – Kintiuk - hasta la Chapintza en la parroquia Simón Bolívar.

Las conexiones por las redes fluviales alcanzan 242,17 km, tomando el Bobonaza como el eje central.

El sistema aéreo, implica trasladar pasajeros o cargamentos de un lugar a otro, mediante el uso de aviones, avionetas, helicópteros, es un sistema de transporte enfocado en la conectividad de la parroquia con otras jurisdicciones. Existen varias pistas aéreas que cumplen con el traslado de personas y cargamento hacia otras parroquias.

Sin embargo, las pistas son muy cortas, el piso no es el adecuado, pocas están lastradas, cuando llueve, lo cual es frecuente, se vuelven lodazales peligrosos para los aterrizajes. Estas pistas no tienen torres de control, ni siquiera una manga para el viento, la aproximación es completamente visual. Para Sarayacu el transporte aéreo es prioritario. Desde junio del 2014 opera la empresa Aerosarayacu que tiene dos avionetas Cessna T206H y 182P, para cinco y tres pasajeros, respectivamente. Fueron adquiridas por la comunidad en USD 390 mil, según información del diario El Comercio en 2016.

El sistema fluvial, comprende el transporte de pasajeros o carga a través del uso de canoas a motor y a sus palancas, que diariamente cumplen su labor en beneficio de la población a través de los ejes fluviales existentes.

Los problemas que enfrenta la comunidad respecto a movilidad son los senderos existentes, que no cuentan con mantenimiento, altos costos de transportación aérea en avionetas de 3 y 5 pasajeros que limitan el servicio, los traslados vía fluvial son temporalmente extensos, entre 6 y 8 horas dependiendo de las características del río, no existe carretera entre Latasas y Sarayacu.

Tráfico local

El movimiento tanto de personas como de carga y el comercio entre las poblaciones que se encuentran en el tramo Latasas – Sarayacu y su área de influencia directa

e indirecta, se realiza con pequeñas embarcaciones, como canoas para un solo hombre, canoas medianas con motor fuera de borda y pekes pekes, entre otros.

Definición del problema y sus causas

Definición del problema central

El problema central que se ha identificado en el río Bobonaza es la falta de una línea de transporte fluvial permanente en el tramo Latasas – Sarayacu para que movilice a la población asentada en sus riberas durante todo el año, con costos acordes a la economía local.

Causas que generan el problema central

Causas directas

- Falta de estudios frecuentes de navegabilidad del río (el río Bobonaza o está muy seco o está muy lleno, entonces es un río muy peligroso).
- Falta de una empresa de transporte que movilice a la población.

Causas indirectas

- Inexistencia de datos estadísticos y mediciones hidrométricas en el río.
- Inexistencia de sistemas de señalización y ayudas a la navegación.
- Inexistencia de monitoreo a las restricciones a la navegación, como por ejemplo, las grandes cantidades de piedra que existe en el lugar.

Diagnóstico

Diagnóstico de la situación actual

Actualmente las comunidades del tramo Latasas – Sarayacu no tienen una línea de transporte fija que preste un servicio continuo o por lo menos quincenal de movilidad fluvial, por esta razón la población utiliza el sistema de transporte aéreo, en época de estiaje, por la disminución del calado del río se puede apreciar varios malos pasos que restringen el transporte seguro.

Obstáculos que restringen la navegación en la cuenca del río Bobonaza

Para que la movilidad fluvial sea eficiente y segura en el tramo Latasas – Sarayacu es necesario eliminar ciertos obstáculos a la navegación, además de realizar constantes estudios de las variaciones estacionales del río, su morfología, señalización del canal navegable, estudios hidrológicos e hidráulicos del río.

Entre los principales obstáculos que restringen la navegación se tienen:

Palizadas: Se presentan en épocas de crecida; se observa troncos de árboles y arbustos flotando a la deriva en los cauces del río, desplazándose debido a las corrientes que se producen por el incremento de caudal. La caída de árboles al río puede ser

por varias causas como por la erosión de las riberas, por la gravedad y condiciones de equilibrio comienzan a inclinarse hasta caer, por la acción y destrucción del tallo que los sostiene, por estrangulamiento producido por otras formas de vida, etc.

Erosión de riberas: Se produce por la alta velocidad en crecida del río, tanto en los tramos rectos como en las concavidades.

Sedimentación y formación de playas de arena: La sedimentación es un proceso natural donde las partículas de suelo erosionado se depositan en las partes convexas del cauce, obligando al río a erosionar su lado opuesto.

La gran cantidad de piedras que existen aguas abajo de Latasas son un verdadero obstáculo en temporada de sequía puesto que al bajar el nivel de las aguas estas piedras restringen los calados de las embarcaciones que pueden pasar sobre ellos.

Meandros: Se presentan en la parte baja, no presentan dificultades a la navegación en este río.

Señalización fluvial y ayuda a la navegación: La señalización fluvial no existe, puesto que este río no está en una escala de ser hidrovía, pero debe ponerse ciertas referencias en los mayores peligros.

Falta de datos estadísticos y mediciones hidrométricas: En la actualidad el río Bobonaza no cuenta con datos estadísticos que permitan registrar su comportamiento en las diferentes épocas del año, tales como cambios en los niveles y caudales, transporte de sedimentos, y batimetrías en épocas de estiaje y de crecida.

Sectores económicos

El sistema económico de la parroquia Sarayacu enfrenta problemas en cuanto a la producción por falta de transporte seguro por el río, no se conoce la producción agrícola de acuerdo a la aptitud de los suelos. En cuanto a los casos de emigración estos son temporales al igual que en los otros recintos como Latasas, Sarayacu, etc.

Actividad agrícola

La producción agrícola de las comunidades es para la alimentación de cada familia. La forma de producción es en chacras o huertos familiares. La comercialización de los productos agrícolas es mínima, su rentabilidad es baja debido a los altos costos de transporte que se generan por las distancias.

Actividades turísticas

No existen referencias sobre atractivos turísticos a lo largo del río, sin embargo, su riqueza natural y étnica hacen de todo su territorio un lugar atractivo para compartir con el mundo.

La venta de artesanías y cerámicas, es mínima en todos los poblados.

La presencia de las nacionalidades Kichwa, Achuar, y Sápára en su territorio, con formas únicas de convivencia comunitaria y marcadas de una cosmovisión propia, permiten sugerir como alternativa de ingresos económicos el ecoturismo.

La presencia de bosques, cascadas, playas de los ríos, saladeros, ríos y vertientes propios de la morfología convierten a su territorio en potencial turístico a explotarse.

Existe la operadora de turismo Papangu Tours que funciona en el Puyo, ésta se dedica al turismo comunitario en la parroquia de Sarayacu.

Formulación

Análisis de la oferta y demanda

Las carreteras que unen la ciudad del Puyo con Latasas son de primero, segundo y tercer orden y en algunos casos se evidencia ciertas dificultades en el acceso, principalmente el tramo Canelos–Puerto Latasas. El transporte de pasajeros desde el Puyo hasta puerto Canelos lo realiza la cooperativa de buses Centinela del Cóndor, a un costo de US\$ 1.60 hasta el puente de Canelos, esta cooperativa mediante un convenio con camionetas complementa el servicio hasta Latasas a un costo de US\$ 0.90. En Latasas no existe una terminal que permita el arribo de las unidades, y su principal problema es el mal estado de la vía.

Puerto Latasas representa el punto más importante de transferencia tanto de carga como de pasajeros que recibe o entrega para los diferentes destinos a lo largo del río Bobonaza.

El “embarcadero” en puerto Latasas no cuenta con infraestructura básica, ni regulaciones, ni normas de seguridad para la movilidad fluvial de personas y carga.



Fotografías 1 y 2. Embarcadero en puerto Latasas.

Fuente: CETIF

El estado de la ruta fluvial en el tramo Latasas-Sarayacu presenta varios problemas de palizadas en época de crecida y pasos peligrosos en época de estiaje, estos y otros factores dificultan una navegabilidad segura.



Fotografías 3 y 4. Palizada y presencia de piedras en el río Bobonaza.

Fuente: CETIF

El acceso a la parroquia de Sarayacu se realiza de dos maneras, vía aérea desde el aeropuerto de la Shell y fluvial por medio del río Bobonaza, desde puerto Latasas que se encuentra a dos horas por tierra del Puyo, esto se realiza en canoa a motor, se tarda aproximadamente entre cinco a seis horas dependiendo de las condiciones del río.

La oferta de transporte fluvial desde Latasas hacia la comunidad de Sarayacu es mínima.

La demanda del transporte fluvial está en función de las necesidades de la población y comunidad de Sarayacu. Según investigaciones previas realizadas por el CETIF se encontró que para la parroquia de Sarayacu la frecuencia de movilización de las comunidades es de 231 personas mensualmente. Por lo que será necesario brindar un servicio de transporte fluvial que cubra la demanda existente en el sector.

El objetivo de la aplicación de un subsidio porcentual de transporte para los habitantes de la ribera del río Bobonaza hasta Sarayacu es reducir los costos de los productos básicos y mejorar las condiciones de vida de personas de estos sectores, brindarles mejores oportunidades para desarrollarse e integrarse debido a que por el alto costo del transporte se encarecen los mismos en esos lugares, las instituciones gubernamentales o no gubernamentales serían las que fijen la cobertura del subsidio para las comunidades a movilizarse.

La distancia del tramo fluvial entre puerto Latasas y Sarayacu es de 67 kilómetros. El combustible necesario para la movilización desde Latasas hasta la comunidad de Sarayacu en época de crecida es de 12 galones y en temporada de estiaje se consume 20 galones (USD 17,76) y en temporada de estiaje se consume 20 galones (USD 29,60) en promedio en el recorrido de ida y vuelta se consume 40 galones

(USD 59.20), el precio del galón de combustible extra es de USD 1.48. (Precio de la gasolina en Ecuador es 0.39 centavos por litro)¹.

Tabla 1. Consumo de combustible entre Latasas-Sarayacu

Ruta	Consumo combustible				
	Distancia km	Consumo combustible (galones)		Costo de galón de combustible UDS	Costo total de combustible USD
		Crecida	Estiaje		
Latasas-Sarayacu	67	12		1,48	17,76
Latasas-Sarayacu	67		20	1,48	29,6
		Consumo Combustible Promedio (galones)			
Latasas-Sarayacu	134	40		1,48	59,2

Fuente: CETIF

Para cubrir la demanda serán necesarias dos lanchas con un motor fuera de borda de 25 Hp que se movilicen desde Latasas hasta Sarayacu y viceversa. Las canoas a utilizarse podrán ser dos de las que dispone la comunidad de Sarayacu.

Actualmente la movilización desde Latasas hasta Sarayacu tiene un costo de USD 15 este es un precio sumamente alto para la comunidad, tomando en cuenta la situación económica en la que se desarrollan, pues según las investigaciones del CETIF su situación de pobreza es casi extrema, además considerando que si su frecuencia de salida fuera semanal esto significa un gasto de USD120 mensuales de ida y retorno y, la tarifa establecida en la ruta Puyo-Canelos-Puerto Latasas y viceversa es de USD 2,50.

Las frecuencias u horarios que se encuentran establecidos para prestar el servicio de transporte terrestre público intracantonal de pasajeros en la ruta Puyo-Canelos-Puerto Latasas y viceversa son los siguientes:

Tabla. 2. Frecuencias establecidas

RUTA	FRECUENCIAS U HORARIOS
PUYO-CANELOS-PUERTO LATASAS	06:00, 06:30, 09:30, 12:30, 14:30, 16:30 Y 18:30
PUERTO LATASAS-CANELOS-PUYO	06:00, 07:00, 08:30, 09:00, 13:00, 16:00 Y 18:00

Fuente: ANTP

¹ http://es.globalpetrolprices.com/Ecuador/gasoline_prices/

Por esta razón, se concluye que es necesario la aplicación de un subsidio porcentual para el transporte fluvial en este tramo, pues la comunidad de Sarayacu necesita movilizarse por trabajos, comercio, salud, estudios.

El subsidio sería únicamente para los habitantes de esta región; la tasa que se define es del 50% con el fin de incrementar el desarrollo sustentable de la población de Sarayacu y de las poblaciones ribereñas del Bobonaza.

Este subsidio complementará el faltante de poder adquisitivo para realizar la adquisición de un bien o servicio por parte del ciudadano. Actualmente en el país se subsidia diversos productos y servicios, como el gas, la gasolina, el diésel y el transporte.

Estimación de la demanda potencial

Según las encuestas realizadas por el CETIF en la población de Sarayacu existen 4.626 habitantes distribuidos en 891 familias, de las cuales se estima un 26% como la cantidad de personas que demandan el servicio de transporte fluvial mensualmente, lo que corresponde a 231 pasajeros, o 2.772 demandantes por año. (PDOT, Sarayacu 2015).



Gráfico 1. Estimación de la demanda.

Fuente: CETIF

Proyección de ingresos

Para realizar la proyección de ingresos se tomó en cuenta la demanda potencial del servicio de transporte fluvial a brindarse, estimada de acuerdo a cada año y por un horizonte de 5 años, y a un precio estimado y subsidiado de USD 7,50 por pasajero.

Esta demanda potencial se proyectó desde 2015 hasta 2020 con y sin subsidio, dándonos un ingreso total sin subsidio para el año 2020 de USD 105.829,35 y con subsidio USD 52.914,67

Presupuesto de inversión

La inversión para la puesta en marcha del proyecto se encuentra definida como el monto de recursos necesarios para la ejecución de las actividades afines al proyecto. La inversión total se encuentra distribuida entre activos fijos, diferidos y el capital de trabajo necesarios para la operación del proyecto, sumando un total de USD 22.881.00

El monto inicial a invertirse se encuentra distribuido así: el 50% en capital de trabajo, el 30% como activos fijos y el 20% restante como inversiones diferidas.

El presupuesto de inversión sumando inversiones fijas más inversiones diferidas y capital de trabajo es de USD 22,881.00.

Como inversiones fijas está la construcción de oficinas de administración debidamente equipadas en Latasas y Sarayacu para ofrecer el servicio de expendio de boletos, información y logística del viajero.

Proyección de costos

Los costos anuales durante el horizonte del proyecto se encuentran estimados de acuerdo a la tasa de inflación. Estos costos están comprendidos por costos fijos como salarios, depreciaciones y amortizaciones dándonos un total de USD 13,479.00 y costos variables como suministros de oficina y servicios básicos un promedio de USD 1.179.46, dándonos un promedio de gastos totales de USD 14.658,46.

Flujo neto de caja

La inversión inicial del proyecto de USD 27.601,00 se recuperaría en el segundo año de su implementación USD 32.231,36, lo que demuestra que a pesar de ser un transporte subsidiado es rentable financieramente y sobre todo es un gran apoyo para los habitantes de la región.

Fuentes de financiamiento

El gobierno parroquial de Sarayacu junto con el gobierno provincial de Pastaza serían los encargados de definir las fuentes de financiamiento. Al igual que el subsidio propuesto del 50% para el servicio de transporte fluvial entre Latasas y Sarayacu por el río Bobonaza; por supuesto, deben realizar un análisis consensuado como proyecto definitivo para la creación de la línea de transporte.

Alianzas estratégicas

Las alianzas estratégicas son importantes que se establezcan entre la comunidad de Sarayacu y los actores públicos y privados para mejorar las condiciones de vida de la población integrándoles a través del transporte fluvial para lograr un desarrollo sustentable de la región.

Evaluación

Beneficios del proyecto

- **Salud:** Permitirá el acceso de la población a los programas preventivos de salud y, a los enfermos asistir oportunamente a los puestos de salud, localizados en los centros urbanos; asimismo, se logrará que los profesionales de la salud, puedan llegar al área de influencia de esta propuesta con relativa oportunidad.
- **Educación:** Facilitará el acceso de la población a centros especializados de capacitación localizados en las cabeceras parroquiales o cantonales, permitirá el acceso de los educadores a las áreas en donde se encuentra la población.
- **Cultura:** La integración de las comunidades de la cuenca del Bobonaza facilitará la expansión y conservación de su cultura propia y permitirá el acceso a programas culturales de mayor relevancia.
- **Comercio:** Se verá favorecido y desarrollado cuando se tenga una navegación y un transporte oportuno y económico; sin transporte no hay comercio; por lo tanto, si se quiere mejorar los niveles de productividad, es necesario propiciar y mejorar las condiciones del transporte fluvial.
- **Turismo:** Se ha incorporado en esta propuesta el turismo comunitario como estrategia de producción económica en algunas comunidades, considerando que esta actividad puede ser una alternativa para el desarrollo del sector, dada la riqueza de sus recursos naturales, paisajísticos y culturales que disponen.

Ventajas y desventajas del proyecto

Es conveniente analizar las ventajas y desventajas que ofrecería la creación de una línea de transporte fluvial permanente en el río Bobonaza.

Ventaja: Un transporte fluvial permanente, oportuno, seguro y con costo reducido.

Desventajas: No poder atender volúmenes grandes de carga y pasajeros por el tipo de embarcaciones adaptadas a las características propias del río y la hidrología de su cuenca.

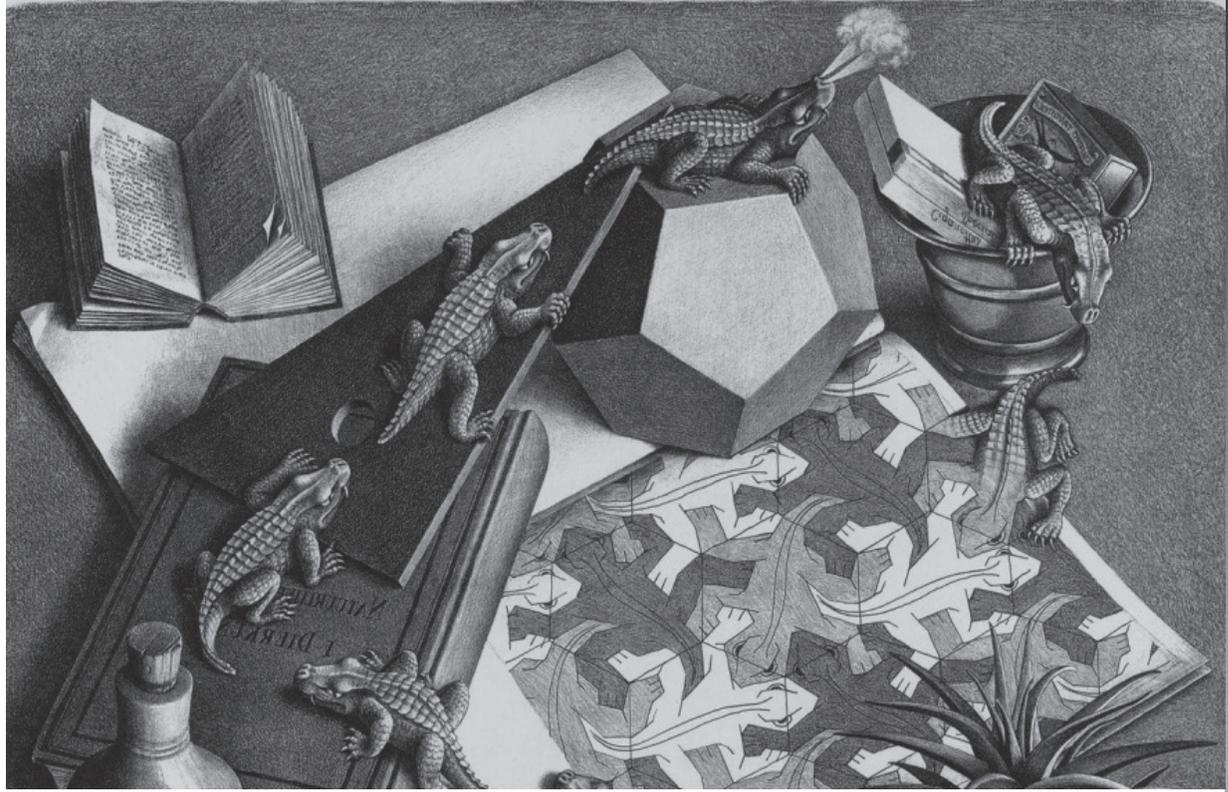
Conclusiones y recomendaciones

- Este estudio permitirá mejorar el escaso servicio de transporte fluvial en el río Bobonaza en el tramo Latasas y Sarayacu que hace que los habitantes de la región no exploten sus recursos y por ende no mejoren su situación de vida.
- La implementación de esta propuesta reactivará el sector productivo, turístico y comercial, generando un desarrollo económico sostenible para los habitantes de la región.
- Para los efectos de la habilitación de una empresa de transporte público fluvial, se requiere que exista la demanda del servicio de pasajeros y de carga. Tener la infraestructura adecuada para el funcionamiento de la empresa con sus sucursales operativas a lo largo del río Bobonaza en el tramo Latasas-Sarayacu.

- Es necesario el apoyo financiero del Gobiernos Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza, el Gobierno Autónomo Descentralizado Cantonal de Pastaza, entes gubernamentales y gobiernos locales para el mejoramiento e implementación de la infraestructura portuaria básica, embarcaderos y equipos de servicios portuarios tanto en el sector de puerto Latasas como en las comunidades del eje.
- Es conveniente tener una permanente preocupación por el mejoramiento y mantenimiento de las condiciones de navegabilidad del río Bobonaza, especialmente en las épocas de estiaje, que es la época donde se presentan sectores críticos o malos pasos que restringen la navegación segura.
- Cabe recomendar que en fuertes crecidas del río no se debe navegar y también en las noches.

Referencias

- ANT-Pastaza. (2014). *Alcance al estudio de necesidades de transporte público intracantonal e intraprovincial de la provincia de Pastaza, Ecuador*.
- Argenis Heredia. (Mayo 2016). *Integración del servicio de transporte terrestre público intracantonal de pasajeros al transporte fluvial en la ruta puyo-Canelos-puerto Latasas, del cantón Pastaza*. Quito.
- GAD Cantonal de Pastaza. (2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Pastaza 2011-2025*.
- Ministerio de Transporte. *Habilitación de empresas de transporte fluvial*, <https://www.nomasfilas.gov.co/memoficha-tramite/-/tramite/T5433>
- Superintendencia de Puertos y Transporte, República de Colombia, Yolima Paredes Morato, Bogotá, julio de 2010.
- UCE, CTT, CETIF. (2012). *Estudio de navegabilidad del río Bobonaza desde Canelos Puerto Latasas, hasta Sarayacu – Primera Etapa*, Pastaza, Ecuador.



BIOLOGÍA - QUÍMICA

Los conceptos de especie biológica: revisión y análisis crítico
Oswaldo Báez Tobar

Reformulación de comprimidos aplicando principios de Quality by Design
Javier Rodrigo Santamaría Aguirre

Los conceptos de especie biológica: revisión y análisis crítico

Oswaldo Báez Tobar

Universidad Central del Ecuador
oswaldobaez@hotmail.com

Recibido: 21 - noviembre - 2017 / Aprobado: 23 - diciembre - 2017

Resumen

Se han formulado más de 20 conceptos sobre la especie por lo que es pertinente y necesario hacer una revisión analítica. El presente trabajo es un análisis de los principales conceptos de especie biológica desde las diferentes vertientes del pensamiento biológico. No es solo una revisión semántica del término especie como se lo emplea en las múltiples disciplinas de las ciencias de la vida, sino de sus distintas conceptualizaciones científico-filosóficas. Inicia con el concepto tipológico de especie como fue entendido desde los tiempos de Linneo, sus fundamentos, aplicaciones y limitaciones. Analiza el concepto biológico de especie CBE formulado sobre la base genético-poblacional y reproductiva de los organismos en el marco del neodarwinismo, destaca su trascendencia para la biología moderna y a la vez advierte las dificultades que presenta su aplicación. Examina el concepto evolutivo de la especie como un linaje de poblaciones ancestro dependientes que poseen sus propias tendencias evolutivas y sus atributos, a la vez que puntualiza las objeciones que se han hecho sobre él. Aborda el concepto ecológico de la especie desde la visión ecológica de la ocupación de una zona adaptativa. Aborda los conceptos filogenéticos de especie en sus diferentes expresiones, como conjuntos de organismos diagnósticamente distintos de otros que tienen un patrón ancestro-descendiente. Finalmente enuncia otros conceptos formulados en años recientes. Sin ser un análisis de todos los conceptos,

el presente artículo se adentra en la esencia de las diferentes conceptualizaciones buscando esclarecer lo que en biología se denomina el “problema de especie”. El estudio concluye con una valoración general de la especie como la unidad natural en la constitución jerárquica de los seres vivientes.

Palabras clave: conceptos de especie: tipológica, biológica, evolutiva, ecológica, filogenética, cladística.

Abstract

More than 20 concepts about the species have been formulated, so it is pertinent and necessary to make an analytical review. The present work is an analysis of the main concepts of biological species from the different aspects of biological thought. It is not only a semantic revision of the term species as it is used in the multiple disciplines of the life sciences, but of its different scientific-philosophical conceptualizations. It begins with the typological concept of species as it was understood since the time of Linnaeus, its foundations, applications and limitations. Analyzes the biological concept of CBE species formulated on the genetic-population and reproductive basis of organisms within the framework of neo-Darwinism, emphasizes its transcendence for modern biology and at the same time warns of the difficulties presented by its application. It examines the evolutionary concept of the species as a lineage of dependent ancestor populations that possess their own evolutionary tendencies, relies on their attributes and points out the objections that have been made about them. It addresses the ecological concept of the species from the ecological view of the occupation of an adaptive zone. It addresses the phylogenetic concepts of species in their different expressions, as sets of organisms diagnosed differently from others that have an ancestor-descendant pattern. Finally he enunciates other concepts formulated in recent years. Without being an analysis of all concepts, this article delves into the essence of different conceptualizations seeking to clarify what in biology is called the “species problem”. The study concludes with a general assessment of the species as the natural unit in the hierarchical constitution of living beings.

Keywords: concepts of species: typological, biological, evolutionary, ecological, phylogenetic, cladistic.

Introducción

La existencia de las especies fue percibida a través de los tiempos inclusive por personas sin preparación formal en ciencias de la vida. Los nombres locales de los animales y plantas corresponden en general a lo que los biólogos denominan especies. Los seres vivos están agrupados en núcleos de individuos más o menos semejantes que engendran descendientes semejantes entre sí. Estas comunidades de individuos son las especies biológicas, según Dobzhansky (1958). Esta conceptualización tiene vigencia desde los tiempos de Linneo, para quien las especies fueron creadas por Dios, por lo mismo podrían observarse y describirse, pero son inmutables; conceptualización que cambió después de Darwin, quien consideró a las especies como unidades naturales que se transforman a través del tiempo.

La conceptualización de la especie enfrentó múltiples problemas al punto que fue y sigue siendo uno de los temas más controvertidos de la biología. Una fuente del “problema de la especie” –como se le denomina– es que la palabra especie se la ha empleado para dos entidades completamente distintas: para el concepto de especie y para los taxones de especie o taxones específicos, afirma Mayr (2006). Empero, no son únicamente las diversas conceptualizaciones de la especie las que dificultan su aprehensión sino también su origen múltiple, su distinto estado evolutivo, su significado temporal, distributivo, ecológico, etc., todo lo cual explica que se hable de especie tipológica, morfológica o morfotípica, fenotípica, taxonómica, especie gemela, críptica, fisiológica, especie simpátrica, alopátrica, paloespecie, agamoespecie, cronoespecie, especie mendeliana o bioespecie, especie evolutiva, etc.

Los conceptos de especie se pueden dividir en varias categorías conforme a los diferentes criterios: como proceso o como patrón, según Liden y Oxeleman (Cfr. Valencia-Ávalos, 1991). El presente ensayo tiene el propósito de contribuir al esclarecimiento conceptual de la especie de acuerdo a las diferentes perspectivas; teniendo claro que no hay –ni habrá– consenso entre los biólogos sobre la extensión y comprensión del concepto de especie. Se han designado y caracterizado más de 20 conceptos de especie, algunos de ellos son solo variaciones de los conceptos primarios y otros solo tienen valor operacional. En este trabajo se hace una revisión a un grupo selecto de conceptos según el desarrollo histórico del pensamiento biológico.

Concepto tipológico de especie

Conforme a criterios morfológicos la especie es un tipo de organismo, por lo que se la denomina: tipológica, morfotípica y linneana. Hasta 1758, Carlos Linneo logró identificar 4.235 especies distintas y les asignó un nombre científico. Mediante este trabajo y con la publicación de la décima edición de *Sistema naturae*, Linneo estableció las bases de la taxonomía. Si bien Linneo no formuló una conceptualización de la especie, esta fue entendida como una “clase o tipo” de planta o animal. Según Linneo “las especies son tantas como las que fueron creadas al comienzo por el ser

Infinito”. Por lo mismo, la especie era entendida como la unidad de la creación.

Hacia fines del siglo XVII y en especial en el siglo XVIII se produjo una amplia exploración de la Tierra lo cual posibilitó un mayor conocimiento del mundo viviente. Desde América y África llegaban numerosas colecciones de plantas y animales a enriquecer los museos de Europa; así la lista de Linneo se amplió rápidamente aplicando el clásico procedimiento morfotípico para la identificación y clasificación. La especie era entendida por los naturalistas como un grupo más o menos pequeño de individuos semejantes que están claramente separados de aquellos que se parecen. La especie era sinónimo de clase de planta o animal; así se consagró el criterio morfológico en la identificación de los seres vivos, de ahí el nombre de especie morfotípica.

La ubicación y clasificación de los ejemplares que llegaban a los museos se hacía de acuerdo a un procedimiento más o menos rutinario, afirma A. J. Cain.

Si llegan de algún lugar varios invertebrados, entre ellos algunas lombrices, estas pasan al estudio del taxónomo interesado en Oligochaeta, quien los analiza, compara con otros especímenes del museo, revisa toda la literatura especializada disponible y llega a identificarlas en su mayoría como pertenecientes a uno de los géneros y especies ya descritos, por lo tanto, el trabajo concluye para la mayor parte de especímenes. En cambio, para aquellos especímenes que varían considerablemente respecto a los tipos específicos conocidos, el problema comienza. ¿Se trata de una nueva especie? ¿Es una raza geográfica de una especie conocida? ¿Es un individuo joven morfológicamente no definido? Si el taxonomista únicamente posee un ejemplar, solo le podrá ayudar su propia experiencia con lombrices análogas (Cain, 1970, pp. 53-54).

La especie definida bajo este concepto se convirtió en la especie taxonómica y fue empleada en los procesos de clasificación de las plantas y animales. Según el botánico Cronquist las especies son los grupos más pequeños que son consistente y persistentemente distintos y distinguibles por medios ordinarios (Cfr. Grant, 1989).

La descripción de una nueva especie de planta o animal se basa en el ejemplar Tipo u holotipo, que es el primer ejemplar estudiado y reposa en un museo de reconocido prestigio; por lo tanto, los nuevos individuos hallados deberán ser comparados con el Tipo de la especie. Pero es preciso considerar que el individuo tomado como Tipo, puede no ser el más representativo de la especie; por lo mismo el descubrimiento de más individuos podría revelar un error en la selección del “modelo”.

La mayoría de los taxónomos se limitaban a consideraciones morfológicas en especial por razones de carácter práctico, pues en muchos casos disponen de ejemplares muertos, embalsamados o incompletos. Las especies determinadas por este procedimiento fueron conocidas como: morfoespecies, especies taxonómicas, tipológicas, fenotípicas porque se las reconocía por el grado de diferencia fenotípica, por lo que se debería emplear el término “concepto de especie fenotípica” como propone Mayr (2006). Las especies descritas en base a los hallazgos fósiles conocidas como paleoespecies son, necesariamente, morfoespecies, como muchas de las especies vivientes descritas por este sistema.

Análisis crítico

La especie morfológica constituyó una compartimentación de enorme utilidad práctica puesto que sirvió para la determinación taxonómica de los ejemplares encontrados y de aquellos que se fueron encontrando en el futuro. Las características de la morfoespecie las resume A. J. Caín en las siguientes:

- 1) Es estética, sin cambios en el espacio y en el tiempo.
- 2) Es monotípica, por cuanto contiene únicamente un grupo de individuos que se aproximan bastante a una sola norma de variación.
- 3) Es la categoría taxonómica más inferior.
- 4) Se define enteramente por caracteres morfológicos.
- 5) Cada especie está casi siempre claramente separada de sus parientes más próximos (Caín, 1970, p. 56).

La morfoespecie constituyó un recurso útil para la clasificación y catalogación de una gran cantidad de plantas y animales en los museos de todo el mundo, desde los tiempos de Carlos Linneo hasta el presente. Este concepto de especie constituyó por mucho tiempo una opción operativa ante la necesidad de clasificar a las plantas y animales; pero, podría considerarse como un mecanismo imperfecto de la taxonomía sin un cuerpo de doctrina subyacente. El concepto morfológico de especie tiene sus lejanas raíces en el idealismo grecomedioeval que nutre teóricamente el sistema linneano de clasificación, según Oswaldo Reig (1968).

De lo expuesto se concluye que las especies tipológicas o morfotípicas podrían ser entidades arbitrarias, son implícitamente fijas e inmutables ya que en su aprehensión se ignoran los procesos naturales de su evolución. Por lo cual muchos botánicos y zoólogos consideran a la morfoespecie como de valor exclusivamente taxonómico, es decir útil para los fines clasificatorios, esta es la especie taxonómica.

La especie taxonómica es la unidad de clasificación taxonómica, una unidad fenética discreta (Grant, 1989), separada de otras por su discontinuidad de variación, puntualiza Susana Valencia Ávalos (1991). Se basa en la distinción de unidades bajo el criterio morfológico. La aceptación de la especie taxonómica escinde a la especie en: taxonómica y en biológica, pero esa dicotomía no existe en la naturaleza.

Concepto biológico de especie

Según Ernest Mayr “una especie es un conjunto de poblaciones naturales capaces de cruzarse unas con otras, y aislado reproductivamente (genéticamente) de otros grupos similares por barreras fisiológicas o de comportamiento” (1998, p. 147). El concepto biológico de especie es aceptado por la mayoría de biólogos evolutivos neodarwinistas, entre ellos Theodosius Dobzhansky que lo denomina bioespecie, especie genética o mendeliana y pone énfasis en la relación genética más que en la diferencia morfológica.

La especie biológica, mendeliana, genética o bioespecie constituye un nivel de organización supraindividual dentro del espectro organizativo de la biosfera, pues entendemos el fenómeno vital como un proceso continuo en la perspectiva del tiempo; la materia viva es continua desde las bacterias hasta los seres humanos; sin embargo, la vida se manifiesta a través de discontinuidades. La vida no solo se nos presenta en forma de “cuanta” discontinuos: los individuos, se presenta en conjuntos discontinuos: las especies. Consecuentemente el discernimiento de la bioespecie, se lo debe hacer como una entidad natural, discreta, mutable, discontinua en el tiempo y el espacio (Dobzhansky, *et al.*, 1980, p. 168).

En ese orden de razonamiento, la especie deja de ser simplemente un conjunto de individuos semejantes para alcanzar una connotación más integral, en la cual tiene destacada importancia el *pool* genético o acervo genético. Una especie biológica es una población o grupo de poblaciones que poseen un sistema genético cerrado: el genoma de la especie que fluye entre los miembros de las poblaciones específicas distintas. La fecundidad intraespecífica es la condición *sine qua non* de la especie biológica.

Las especies son poblaciones mendelianas genéticamente cerradas por mecanismos de aislamiento reproductiva y ajustadas cada una a su propia cima adaptativa. El sistema genético de cada especie le hace apto para ocupar su nicho ecológico y llevar cierto modo de vida (Dobzhansky, 1966). La especie es esencial en la organización de la vida, posee propiedades especiales que hace de cada una de ellas una entidad biológica definida. Al respecto Ernest Mayr puntualiza:

Cada especie biológica es un conjunto de genotipos armónicos y bien equilibrados. Un cruzamiento indiscriminado de todos los individuos en la naturaleza llevaría a un colapso inmediato de todos los genotipos armónicos. Sobre esta percepción se basa el CBE. El estatus de especie es propiedad de las poblaciones no de los individuos (Mayr, 2006, p. 224).

Se revela así la especie biológica o mendeliana como la unidad de evolución de los organismos, no solo como unidad morfológica y conlleva una dinámica inmanente que se expresa en su evolución. Por lo tanto, determinar o identificar una especie es establecer los límites y un sistema genético de variación, dentro del cual cada individuo presenta una particular asociación de genes dentro de las innumerables posibilidades de asociación que permite la reserva genética de cada especie.

Caracterización y análisis

La bioespecie se caracteriza por la fertilidad intraespecífica, infertilidad, esterilidad o inviabilidad de los cruces interespecíficos, circunscripción del concepto a las poblaciones de reproducción sexual, por lo cual quedan al margen del mismo las poblaciones que se reproducen asexualmente o agamospecies y las clonales.

No obstante, el avance que significó la conceptualización de la bioespecie, esta tiene limitantes, a saber:

- Se aplica a los organismos biparentales, no incluye a las uniparentales. No engloba todas las especies, excluye a las de reproducción asexual; que por cierto son numerosas entre los animales, pero mucho más entre las plantas y otros reinos del mundo viviente, no se puede aplicar a las especies fósiles. No considera la dimensión temporal explícita.
- Es de difícil aplicación práctica en taxonomía, porque la fertilidad solo puede ser estudiada en ciertas poblaciones; la especie biológica exige un estudio integral que requiere mucho trabajo de campo, museo y experimentación, lo que limita su aplicabilidad.

Sustentación teórica de la especie biológica

Frente a estas y otras objeciones, varios biólogos evolutivos reafirman la validez de la bioespecie como entidad natural real. Julian Huxley sostiene que la especie es un grupo parcial o continuamente discontinuo, es pues una norma, aunque no universal, de la escena biológica. Así como muchos casos es imposible hallar la individualidad orgánica, no obstante que las células y los individuos son las unidades biológicas esenciales, así también, en ocasiones es muy difícil determinar los límites de las especies. Como los sincicios son una excepción en la teoría celular, los puentes citoplásmicos intercelulares son la objeción a la individualidad celular, la organización colonial de muchos protozoarios, poríferos, celenterados y otros, constituyen ejemplos homologables a lo que se presenta en muchas especies entre las cuales ocurre intercambio ocasional de genes entre especies afines. De igual modo, las agamospecies deben ser consideradas como excepciones, no obstante las cuales, las bioespecies son unidades biológicas reales (Huxley, 1965, pp. 163-164).

Oswaldo Reig respalda el concepto biológico o genético de especie, que le denomina especie mendeliana:

Las especies mendelianas son sistemas inestables, unidades en proceso de cambio evolutivo, entidades histórico-espaciales en pleno flujo de transformación. La especie biológica es única, pero se presenta bajo variadas formas según el diverso tipo de proceso que la ha originado, así se distingue especies filéticas o cronoespecies que surgen por anagénesis, es decir se transforman en el tiempo sin bifurcarse, especies cládicas originadas por procesos de ramificación evolutiva la cladogénesis; agamospecies, las que se reproducen asexualmente; especies politépicas cuando contienen subespecies; monotípicas las que no tienen subespecies; especies polimórficas cuando sus miembros se presentan con formas variadas; especies crípticas, fraternas, gemelas o fisiológicas cuando las diferencias fenotípicas son mínimas o estas no son morfológicas sino fisiológicas, etológicas, etc. Las paleoespecies son aquellas identificadas en base a los fósiles; buenas especies aquellas que resultan ser verdaderamente especies y no solo razas geográficas (Reig, 1968, p. 24).

Stephan J. Gould (2004) apoya la formulación de una teoría jerarquizada de la selección natural (no solo orgánica) en la cual las especies se comportan como entidades discretas que pueden ser objeto de selección. Introduce el concepto de

selección de especies en la naturaleza, con lo cual se confirma que la especie actúa como una entidad natural y es la unidad de evolución.

Ernest Mayr reafirma el concepto genético poblacional y reproductivo:

Una población o grupo de poblaciones constituye una especie, según el CBE, porque es una comunidad reproductiva y no se reproduce con otras especies. La especie biológica así definida desempeña un papel concreto en la naturaleza, y este concepto de especie difiere en este aspecto de todos los otros así llamados conceptos de especie que no son más que instrucciones basadas en el juicio humano sobre cómo delimitar los taxones específicos (Mayr, 2006, p. 227).

Concepto evolutivo de especie

En definición de George Gaylord Simpson, la especie evolutiva “es un sistema de poblaciones que posee las siguientes características: 1) Es un linaje, una secuencia de poblaciones ancestro-descendientes que existen en el espacio y en el tiempo. 2) El linaje evoluciona separado de otros linajes, es decir, de otras especies. 3) Tiene su propia función evolutiva unitaria, o sea que ocupa su propio nicho ecológico particular en una comunidad biótica” (Cfr. Grant, 1989, p. 97). Fue llamado linaje filético o población genético-evolutiva por Cain (1970); y definido por Wiley como “Un linaje ancestro descendiente de poblaciones cuyos organismos mantienen su identidad y poseen sus propias tendencias históricas y evolutivas respecto de otros linajes” (Cfr. Gallardo, 2011, p.177).

En el concepto evolutivo de especie prima el criterio de ascendencia común y la identidad histórica en el linaje, y la cohesión reproductiva como medio por el cual una especie mantiene su identidad respecto de otros linajes similares y diferencia su destino evolutivo del de otras especies. En cuanto un linaje en evolución mantenga la continuidad de los caracteres diagnósticos, podrá ser reconocido como una especie (Hickman, *et al.*, 2006).

Se debe destacar que el reconocimiento de linajes filéticos como unidades evolutivas separadas es fundamental y constituye el núcleo del concepto evolutivo de especie, desde la formulación inicial de Simpson hasta la versión moderna de Wiley; formulación a la que adhieren los biólogos evolutivos, que definen a la especie como un grupo de organismos que representa una genealogía, o un linaje de descendencia.

El concepto evolutivo de la especie busca encontrar características genotípicas o fenotípicas únicas, tales como las secuencias de ADN o estructuras corporales para los grupos y sus linajes. Las especies definidas por criterios evolutivos pueden ser sexuales o asexuales, y pueden intercambiar genes con otros grupos. El criterio principal respecto a la condición de especie se basa en que es un grupo, su linaje único puede ser reconocido como diferente de otros (Campbell, *et al.*, 2001, p. 283).

Análisis crítico

Mayr presenta objeciones al concepto de especie evolutiva propuesto inicialmente por Simpson, pues acepta lo básico del concepto biológico de especie consistente

en que las especies son comunidades reproductivas aisladas; pero advierte que según esta definición cada población geográfica o cronológicamente aislada cumpliría los requisitos de especie evolutiva; además de que es imposible determinar en una población su propio papel evolutivo independiente (en el futuro) y sus tendencias históricas (Mayr, 2006, p. 231).

La evolución es un atributo de los seres vivos, las especies no difieren en este sentido de otras entidades del mundo de los seres vivos; por lo mismo la evolución no constituye un criterio para definir a la especie, como pretende este concepto.

Concepto ecológico de especie

Según Van Valen el concepto ecológico se define como “un linaje (o juegos de linajes estrechamente relacionados) que ocupan una zona adaptativa que es mínimamente diferente de algún otro linaje que ha evolucionado separadamente” (Cfr. Gallardo, 2011, p. 177).

En el concepto ecológico de especie el verdadero significado de la especie radicaría en la ocupación de nichos ecológicos, más que en los procesos de entrecruzamiento. Rodríguez- Luna & Shedden- González (2009). Las zonas adaptativas corresponderían al nicho ecológico, pero de mayor amplitud.

Este concepto es objetado porque no aporta nada nuevo, si una especie ocupa un nicho ecológico, los miembros de una especie pueden ocupar diferentes nichos en las diferentes etapas de su vida o pueden cambiar de nicho con el tiempo; la similitud ecológica no puede ser determinante en la conceptualización de la especie. El concepto ecológico de especie carece de un soporte científico consistente.

Conceptos filogenéticos de especie

Cabe iniciar el acápite con la observación de Ernest Mayr (1998) quien considera que los conceptos filogenéticos deberían ser denominados cladistas, porque la conceptualización filogenética de especie, en su más amplia acepción, le corresponde también al concepto biológico de especie. Y propone llamar “cladista” a Willi Hennig y su escuela, con lo cual no le correspondería exclusivamente a él y a su escuela el uso exclusivo del calificativo filogenético.

A continuación, se revisan algunos de los conceptos de especie que se enmarcan en la denominada conceptualización filogenética que en rigor se la debería llamar cladista:

En la conceptualización de Hennig las especies son entes históricos singulares, no clases:

Las especies, que existen en la naturaleza como fenómenos reales independientes de los hombres que las perciben, son unidades definidas genética, no morfológicamente. Son comunidades de reproducción, no de semejanza. Una especie es una comunidad representativa de organismos toco-genéticamente relacionados entre sí. Las especies a su vez, se relacionan filogenéticamente entre ellas formando el árbol –o quizás el manglar– de la vida (Cfr. Torretti, 2010, pp. 342-343).

La tocogenia se define como el desarrollo histórico de un grupo de organismos. Sobre esta base conceptual Hennig sustenta la sistemática filogenética.

Según el concepto filogenético de Cracraft la especie es “Un conglomerado irreductible (basal) de organismos diagnósticamente distintos de otros conglomerados, dentro de los cuales existe un patrón ancestro-descendiente” (Cfr. Gallardo, 2011, p. 177). Este concepto es cuestionado porque incluye la idea de “irreductible y diagnósticamente distinto”, lo que llevaría considerar como especie a poblaciones locales o razas, lo cual no es acertado.

Concepto cladista de Ridley. Se basa en el método cladista propuesto por Hennig en 1966 para clasificar a los organismos.

Según Ridley la especie es un “Grupo de organismos entre dos eventos de especiación. O entre el evento de especiación y uno de extinción, o de aquellos que descienden de un evento de especiación”. Bajo este concepto las especies son definidas como ramas. Según Ridley (este concepto) se apega a la realidad y resuelve el problema teórico de la especie; pero no resuelve la dificultad práctica de reconocerlos, por lo que se necesita recurrir a los conceptos de especie biológica y ecológica, y en última instancia recurre a los caracteres morfológicos, justificados por su reproducción que mantiene a la especie como unidad, afirma Valencia-Ávalos (1991, pp. 12-22).

El concepto filogenético pone énfasis en la ascendencia común y en el reconocimiento como especie independiente a los más pequeños grupos de organismos que hayan experimentado un cambio evolutivo; con lo cual se describe un mayor número de especies utilizando el concepto filogenético que usando cualquier otro concepto, por lo que muchos taxónomos le consideran poco práctico, ya que cualquier grupo pequeño de organismos podría ser considerado como especie independiente.

Otras conceptualizaciones de la especie

Según Verne Grant (1989) en biología hacen falta cuando menos cuatro conceptos de especie para tratar las variedades existentes de material biológico. En la biología de plantas y animales hay cuatro diferentes unidades de especie que requieren cuatro conceptos diferentes: “especie taxonómica (morfológica o fenética); especie biológica (especie genética); microespecie (agamospecie); especie sucesional (paleoespecie); y además un quinto concepto para la biología vegetal: la especie biosistemática” (eco-especie, ceno-especie) (Grant, 1989, pp. 91-92).

Concepto autoapomórfico: “El menor taxón incluyente reconocido en una clasificación, cuyos organismos se agrupan monofiléticamente”. Concepto de reconocimiento: “La población más incluyente de organismos biparentales que comparten algo en común como su sistema de fertilización” (Gallardo, 2011, p. 177). Concepto general de especie: Según Kevin de Queiroz (1998) el concepto general de especie (CGEL) es un linaje de metapoblaciones; un segmento de un linaje de poblaciones que evoluciona separadamente. Kevin de Queiroz considera que las especies son

unidades fundamentales de la biología como las células, genes y organismos. El CGEL busca ser el concepto unificado de la especie.

Reflexiones finales, discusión y conclusiones

La especie es una realidad natural, aunque no haya podido ser definida en forma satisfactoria en el marco de las diferentes disciplinas biológicas. Se han formulado muchos y muy distintos conceptos de especie, pero ninguno tiene ni podría tener aceptación total.

El núcleo de la discusión en las diferentes formas de aprehender a la especie como entidad biológica, que varía desde la perspectiva clasificatoria, práctica, utilitaria o perspectiva evolutiva basada en la genética de poblaciones. Dos enfoques que no es posible armonizar en opinión del botánico Verne Grant (1989) quien sostiene que no es posible homologar la especie taxonómica con la biológica: especies hermanas, semiespecies, y las de reproducción uniparental, que son muy extendidas en plantas superiores. El sistema de categorías taxonómicas es universal, el sistema básico es lineano, por lo mismo preevolutivo.

Milton Gallardo busca agrupar las conceptualizaciones de la especie en los siguientes términos:

En la definición de especie existen tres aproximaciones: a) fertilidad y aislamiento reproductivo, b) diferenciación filogenética, c) diferenciación ecológica. A la primera aproximación pertenece el concepto biológico de especie impulsado por Mayr, que entiende a las especies como entes reales y unidades fundamentales del mundo viviente. La aproximación filogenética requiere que las especies sean taxa monofiléticos posibles de discernir. Se argumenta que filogenéticamente son grupos de organismos (o linajes evolutivos) individualizados por un origen evolutivo único, causalmente integrado mediante la reproducción. Bajo esta visión: la reproducción y el origen evolutivo único son propiedades necesarias y causalmente eficaces para la realidad de las especies (Gallardo, 2017, pp. 177-178).

Las especies son unidades fundamentales de la diversidad natural que tienen distintas conceptualizaciones para los sistemáticos, botánicos, zoólogos, microbiólogos, biólogos evolutivos, ecólogos, biólogos de la conservación, es decir según las particularidades perspectivas de las ciencias biológicas y sus aplicaciones.

Por otra parte, en el análisis del “problema de la especie” es necesario diferenciar el taxón de especie y el concepto de especie.

Los taxones de especie son particulares, biopoblaciones, pueden describirse y delimitarse frente a otros taxones específicos; en cambio, el concepto de especie se refiere al significado de especie en el funcionamiento de la naturaleza. En años recientes se han formulado numerosos conceptos de especie, pero en realidad no son nuevos conceptos; algunos carecen de base conceptual teórica, otros son criterios o procedimientos para la delimitación de taxones de especies, que tienen como base objetiva el grado de diferenciación fenotípica. En todos los efectos y todos los fines es un retorno al concepto de especie linneana (Mayr, 2006, pp. 237-238).

Además, se debe considerar que los conceptos se complementan, no se excluyen, no son absolutos ni universales. Unos dan soluciones teóricas, otros tienen mayor aplicabilidad. Cada uno ha sido formulado con el propósito de ser aplicado en un ámbito concreto del trabajo biológico. El que haya discrepancias es positivo porque refleja el interés académico por el problema de la especie: los viejos conceptos se deben revisar para ser perfeccionados o reemplazados por nuevos y más avanzados. En la segunda década del siglo XXI no es posible predecir qué concepto de especie predominará después de 10 años, pero la discusión continuará con igual fervor y pasión por la biología.

Se puede concluir que las especies son entidades reales que existen en la naturaleza, independientes de la capacidad humana para definir las y de los criterios que se han empleado para su discernimiento conceptual; por tanto, se excluye toda percepción nominalista según la cual “la especie no existe como tal, solo existen individuos”. Las especies presentan caracteres intrínsecos únicos como son: el nivel de organización poblacional, la base genética –genes y genomas– que les confiere identidad biológica, capacidad de reproducción, variación témporo-espacial y un papel ecológico, pues las especies interactúan en la naturaleza y evolucionan.

Bibliografía y netgrafía

- Cain, A. (1970). *Las especies animales y su evolución*. Barcelona: Editorial Labor.
- Campbell, N. et al. (2001). *Biología: conceptos y relaciones*. 3ª ed. México: Pearson Educación.
- De Queiroz, K. (1998). *The general lineage concept of species, species criteria, and the process of speciation*. <http://evoljournalclub.files.wordpress.com/dequeiroz1998.pdf>. Consultado 10/11/2017.
- Dobzhansky, T. (1958). “La idea de la especie después de Darwin”. En *Un siglo después de Darwin. La evolución*. Barnett (Editor). Madrid: Alianza Editorial. S.A.
- (1966). *La evolución, la genética y el hombre*. Buenos Aires: Eudeba.
- Dobzhansky, T., Ayala, F., Stebbins, G., Valentine, J. (1980). *Evolución*. Barcelona: Editorial Omega.
- Gallardo, M. (2011). *Evolución: el curso de la vida*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- . (2017). *Evolución: el curso de la vida*. 1ª ed. electrónica. <http://sitiosciencias.uach.cl/EvolucionElCursodelaVida2017.pdf>.
- Gould, S. J. (2004). *Estructura de la teoría de la evolución*. 2ª ed. Barcelona: Tusquets Editores S.A.
- Grant, V. (1989). *Especiación vegetal*. México: Editorial Limusa S.A.

- Hickman, C. (2006). *Zoología: principios integrales*. 13ª ed. Madrid: McGraw Hill Interamericana.
- Huxley, J. (1965). *La evolución: síntesis moderna*. Buenos Aires: Ed. Lozada.
- Mayr, E. (1998). *Así es la biología*. Madrid: Editorial Debate S.A.
- (2006). *Por qué es única la biología*. Buenos Aires: Katz Editores.
- Reig, O. (1968). *Los conceptos de la especie en biología*. Caracas: Ediciones de la Biblioteca, Universidad Central de Venezuela.
- Rodríguez-Luna, E., Shedden-González, A. (2009). “El concepto de especie y la explicación de la extinción”. *Revista La ciencia y el hombre*. Vol. XXII, número 3, Sept.-Dic. <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol22numero3/articulos/index.html>. Consultado 27/09/2017.
- Torretti, R. (2010). “La proliferación de los conceptos de especie en biología evolucionaria”. *Theoría* 69: 325-377. [www.ehu.eus/ojs/index/php/THEORIA/article/viewlife/787/702](http://www.ehu.eus/ojs/index.php/THEORIA/article/viewlife/787/702). Consultado 08/11/2017.
- Valencia-Ávalos, S. (1991). “El problema de la especie”. *Ciencias*, número 24, octubre-diciembre: 12-22. <http://www.revistaciencias.unam.mx/pt/172-revistas/revista-ciencias-24/1571>. Consultado 13/09/2017.

Reformulación de comprimidos aplicando principios de *Quality by Design*

Javier Rodrigo Santamaría Aguirre

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Central del Ecuador
jrsantamaria@uce.edu.ec

Recibido: 01 de septiembre de 2017 / *Aprobado:* 30 de noviembre de 2017

Resumen

La calidad de un medicamento no se controla, no se asegura, no se gestiona, se construye permanentemente desde el diseño, y a través de todo el ciclo de vida del producto. *Quality by Design* (QbD): Calidad desde el Diseño, es un enfoque sistemático para diseñar y desarrollar formulaciones y procesos de manufactura que aseguren la calidad predefinida y por ende, la seguridad y eficacia del medicamento. Los comprimidos, objeto del presente estudio, presentaban partículas superficiales fácilmente removibles durante el proceso, generando polvo en los blisters el cual podía llegar a comprometer la hermeticidad del envase. El producto fuera de especificación generaba desvíos, incremento en los tiempos de producción, reprocesos y reclamos. El objetivo del estudio fue desarrollar una formulación robusta de comprimidos con adecuada resistencia mecánica, empleando el método de granulación por lecho fluido, aplicando los principios de *Quality by Design* sistematizados en la guía ICH Q8 (R2). Para esto, se implementó un diseño factorial fraccionado en 2 niveles, de 8 tratamientos, generando 16 lotes pilotos, evaluando 5 variables independientes: paracetamol, naproxeno sódico, agente aglutinante, agente desintegrante y diluyente extragranular. Se seleccionaron 11 variables respuesta: friabilidad, compactabilidad, compresibilidad, índice de Carr,

disolución de paracetamol, disolución de naproxeno sódico, desintegración, dureza, valoración de paracetamol, valoración de naproxeno sódico y porcentaje de finos. Todas las formulaciones fueron robustas para la variable respuesta friabilidad, al no encontrarse relación entre ésta y los cinco factores. Las mejores propiedades fueron observadas cuando se incluyó polivinilpirrolidona, croscarmelosa sódica y celulosa microcristalina. La formulación fue robusta para cualquiera de las combinaciones entre los dos proveedores de naproxeno sódico y los dos de paracetamol usados. La aplicación del *Quality by Design* permite una mejor comprensión de los productos y procesos, haciéndolos más robustos y flexibilizando la manufactura.

Palabras clave: calidad desde el diseño, reformulación, comprimidos.

Abstract

The quality of a drug product is not controlled, not assured, not managed; it is permanently built from the design and throughout the entire product life cycle. Quality by Design (QbD) is a systematic approach to designing and developing formulations and manufacturing processes that ensure the predefined quality and therefore the safety and efficiency of the product. The tablets, (object of the present study), showed surfaces easily removable during the process, generating dust which affects the hermeticity of the blister. The product out of specification generated deviations, increase in production times, reprocesses and claims. The objective of the study was to develop a robust formulation of tablets with adequate mechanical strength, using the method of granulation by fluid bed, applying the principles of Quality by design systematized in the guide ICH Q8 (R2). In order to do that, a factorial fractional design was implemented in 2 levels, of 8 treatments, generating 16 pilot batches evaluating 5 independent variables: paracetamol, sodium naproxen, binding agent, disintegrating agent and extragranular diluent. We selected 11 response variables: friability, compactability, compressibility, Carr index, paracetamol dissolution, naproxen sodium dissolution, disintegration, hardness, paracetamol content, sodium naproxen content and percentage of fines. All formulations were robust for the variable response friability, there is no relation between it and the five factors. The best properties were observed when Polyvinylpyrrolidone, Croscarmellose sodium and microcrystalline cellulose were included. The formulation was robust for any of the combinations between the two suppliers of naproxen sodium and the two of paracetamol used. The application of Quality by Design allows a better understanding of the products and processes, making them more robust and allowing flexibility during their manufacture.

Keywords: quality by design, reformulation, tablets.

Introducción

La calidad de un medicamento no se controla, no se asegura, no se gestiona, se construye permanentemente desde el diseño, y a través de todo el ciclo de vida del producto. Quality by Design (QbD) puede definirse como un enfoque sistemático para diseñar y desarrollar formulaciones y procesos de manufactura que aseguren la calidad predefinida del producto [1].

Para sistematizar este enfoque la guía ICH Q8 (R2) propone los siguientes elementos [2]:

Perfil de calidad del producto (quality target product profile, QTPP)

Constituye la base del diseño para el desarrollo del producto, es la interpretación técnica, escrita y aprobada, de los requerimientos del producto. Debe considerar el uso clínico, la ruta de administración, forma de dosificación, sistema de entrega, la dosis, el sistema de envase, el perfil de liberación, esterilidad, pureza, estabilidad, etc.

Atributos críticos de calidad (critical quality attributes, CQA)

Son las propiedades físicas, químicas, biológicas o microbiológicas que deben estar en un rango, límite o distribución apropiada, para asegurar la calidad del producto.

Los CQAs del producto, derivan del QTPP y/o de los conocimientos previos, serán usados para el desarrollo del producto y del proceso. La gestión de riesgos de calidad es una herramienta que puede ser empleada, para priorizar los atributos críticos de calidad para su posterior confirmación experimental.

Evaluación de riesgos (risk assessment)

La estimación del riesgo es un valioso proceso basado en la ciencia, usado en la gestión de riesgos, que permite identificar los atributos de los componentes y los parámetros del proceso con efecto potencial en los atributos críticos de calidad del producto. Se realiza desde las fases iniciales y se replica tantas veces sea necesario y según se vayan obteniendo más conocimientos.

Selección de variables

A través de la estimación de riesgos se establecen las variables de formulación y de proceso de mayor impacto en la calidad del producto; con un diseño experimental adecuado se puede establecer la relación y el efecto de los parámetros del proceso y los atributos de los materiales en los atributos críticos de calidad (CQA) del producto terminado, así como identificar las variables y los rangos de las mismas que permiten obtener un producto de calidad consistente.

Espacio de diseño (design space)

Es el espacio multidimensional en el que la interacción de los atributos del material y los parámetros del proceso han demostrado asegurar la calidad del

producto. La delimitación de tal espacio se da combinando el conocimiento previo con el adquirido experimentalmente durante la aplicación del QbD.

En la planta farmacéutica donde se realizó el presente estudio, se producían comprimidos de paracetamol y naproxeno sódico, con principios activos de diferentes proveedores. Algunos de los comprimidos presentaban en su superficie partículas que podían ser fácilmente removidas durante el proceso de acondicionamiento en blisters, generando polvo en los alvéolos el cual podía llegar a comprometer la hermeticidad del envase.

El resultado era producto fuera de especificación, desvíos, incremento en los tiempos de producción, reprocesos y reclamos.

Para incrementar las probabilidades de éxito en la reformulación de estos comprimidos se propuso aplicar los principios QbD para desarrollar una formulación robusta con adecuada friabilidad.

Materiales y métodos

Parte fundamental de la calidad desde el diseño es el enfoque sistemático para el desarrollo farmacéutico, por ello se aplica paso a paso las recomendaciones de las guías y bibliografía antes mencionada de tal manera que la selección de variables y del diseño experimental empleado estén adecuadamente fundamentados.

QbD y diseño experimental

Previo al inicio del trabajo experimental se establecieron los criterios de calidad que definen a la forma farmacéutica que se pretendía desarrollar (QTPP). Luego se seleccionaron aquellas propiedades que tienen mayor impacto en la calidad de la forma farmacéutica a desarrollarse (QCA), y a partir de ello, las variables independientes del estudio, en base a experiencias previas, investigación bibliográfica y al análisis de riesgos.

Cada variable fue evaluada en dos niveles, para el paracetamol: los fabricantes A y M y para el naproxeno sódico los fabricantes D y C. Como aglutinante se incluyeron polivinilpirrolidona (P) y almidón de maíz (Al). La croscarmelosa sódica (Sc) y la polivinilpirrolidona crosslinked (Pc) se emplearon, teniendo en cuenta que son desintegrantes de alto desempeño y de uso extendido en la industria; como diluyente extragranular se utilizó la celulosa en sus variedades polvo (Cp) y microcristalina (Cm).

El diseño experimental estuvo orientado a determinar la robustez de la formulación frente a cambios en las propiedades físicas de los principios activos (derivadas de tener diferentes procedencias), así como cambio en el tipo de agente aglutinante, desintegrante y diluyente a emplearse en la fórmula.

El diseño permitió seleccionar los excipientes más adecuados para obtener un producto con variables respuesta dentro de lo especificado, al aplicar el proceso de granulación en lecho fluido empleando paracetamol y naproxeno como activos.

Se seleccionaron 11 variables respuestas cuantitativas, en consideración a su relevancia en el problema investigado: friabilidad, compactabilidad, compresibilidad, índice de Carr, disolución del paracetamol, disolución del naproxeno sódico, desintegración, dureza, contenido de paracetamol, contenido de naproxeno sódico y porcentaje de finos.

Para investigar la influencia de las 5 variables independientes en las respuestas definidas, se seleccionó un diseño factorial fraccionado de 8 corridas ($\frac{1}{4}$ de un factorial completo): 2^{5-2}_{III} con una réplica por combinación. Este diseño permite obtener información respecto de la significancia de cada variable pero no de la interacción entre las mismas, pues se trata de factores cualitativos.

Se realizó una réplica de cada tratamiento y el efecto del error experimental se disminuyó aleatorizando el orden de las corridas experimentales, ejecutándolas en el mismo equipo y por el mismo operador.

Procedimiento de manufactura de los lotes piloto

Se elaboraron un total de 16 lotes piloto de 1,0 kg, de manera aleatoria, en correspondencia con el diseño aplicado: 8 tratamientos con una réplica de cada uno.

Tabla 1. Diseño experimental mostrando la composición de los ocho tratamientos experimentales

VARIABLES		NIVELES 1 2		TRATAMIENTOS							
				3	4	5	6	7	8		
A	Paracetamol	+	A		434,8		434,8		434,8		434,8
		-	M	434,8		434,8		434,8		434,8	
B	Naproxeno sódico	+	D			398,6	398,6			398,6	398,6
		-	C	398,6	398,6			398,6	398,6		
C	Aglutinante	+	Al		60,0		60,0		60,0		60,0
		-	P	30,0		30,0		30,0		30,0	
D	Desintegrante	+	Sc					22,6	22,6	22,6	22,6
		-	Pc	22,6	22,6	22,6	22,6				
	Agua purificada	35,0		847,0	847,0	847,0	847,0	847,0	847,0	847,0	847,0
				35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
D	Desintegrante	+	Sc					15,2	15,2	15,2	15,2
		-	Pc	15,2	15,2	15,2	15,2				
E	Diluyente	+	Cm			61,4	61,4			61,4	61,4
		-	Cp	61,4	61,4			61,4	61,4		
	Estearato de magnesio			7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5

El proceso de elaboración empezó con el tamizado de los activos con el 60% del desintegrante, a través de una malla que permitió eliminar los grumos en los sólidos pulverulentos. Los polvos se cargaron en el lecho fluido y se granularon con una dispersión de almidón o una solución de polivinilpirrolidona según el tratamiento correspondiente. El proceso se completó con una cantidad de agua purificada suficiente para arrastrar todo el aglutinante de las mangueras del equipo. Una vez que el granulado estuvo seco, se tamizó manualmente a través de una malla adecuada para deshacer posibles aglomeraciones, recogiendo el granulado obtenido en fundas de polietileno perfectamente limpias e identificadas. La mezcla final, se realizó manualmente durante 5 minutos, e incluyó la fracción restante del desintegrante, el diluyente y el lubricante, previamente tamizados por malla 0,5 mm. El granulado obtenido finalmente fue comprimido de acuerdo a las especificaciones pre establecidas.

Análisis de los lotes piloto

Friabilidad

Se tomaron 10 comprimidos eliminando cuidadosamente el polvo, se los pesó antes de colocarlos en el aparato. El tambor del friabilómetro Erweka giró a 25 rpm por 4 minutos, luego de lo cual se eliminó el polvo de los comprimidos antes de proceder a pesarlos nuevamente. Se determinó la variación porcentual del peso. La prueba se realizó por duplicado.

Compactabilidad

Esta propiedad se determinó mediante la Resistencia Específica al Aplastamiento (Specific Crushing Strength, SCS) [3]:

$$SCS = \frac{F}{D h} \quad (1)$$

Donde F es la fuerza de aplastamiento, D es el diámetro y h la altura para un comprimido cilíndrico.

La compactabilidad, C_{pt} , se puede estimar de la regresión lineal:

$$SCS = C_{pt} \cdot P + A \quad (2)$$

En la que C_{pt} es la pendiente, P es la máxima presión de compactación y A es el intercepto [4].

Para llevar a cabo la prueba, se empleó una prensa hidráulica, marca Shimadzu, modelo SSP-10A, de procedencia japonesa, la misma que tiene un manómetro acoplado, para medir las presiones de compresión aplicadas. Se empleó un punzón plano, redondo, de 13 mm de diámetro. Las mediciones se realizaron para cada

experimento, por triplicado, con 3 fuerzas de compresión seleccionadas (1.000, 2.000 y 3.000 Psi).

Compresibilidad

La compresibilidad medida fuera de la matriz (out of die compresibility) W_{OOD} , se determinó por la expresión:

$$V_{SOOD} = -W_{OOD} \cdot \log P + B \quad (3)$$

Relacionando el volumen específico fuera de la matriz (specific volume out of die) V_{SOOD} , con el logaritmo de la máxima presión de compactación (P).

B es el intercepto y el volumen específico fuera de la matriz es calculado a partir del volumen del comprimido cilíndrico y su masa [4]:

$$V_{SOOD} = \frac{r^2 \pi h}{M} \quad (4)$$

r: radio del comprimido expresado en milímetros

p: 3,14159

h: espesor del comprimido expresado en milímetros

M: masa del comprimido expresada en miligramos

Se determinó el espesor de los comprimidos elaborados para compactabilidad, y se calculó el volumen específico fuera de la matriz.

Índice de Carr

El índice de Carr fue calculado para cada experimento ensayado, para evaluar la fluidez de las mezclas de polvos de cada formulación. Para ello se determinó la densidad aparente de vertido (Bd: Bulk density) y la densidad aparente por asentamiento (Td: Tapped density), según se describe en la USP; se calculó a través de la siguiente expresión:

$$IC (\%) = \frac{(Td - Bd)}{Td} \times 100 \quad (5)$$

Para la interpretación de los resultados del IC (índice de Carr) se consideran los descritos en [5].

Disolución de paracetamol

El estudio de disolución "in vitro" para el paracetamol, se llevó a cabo empleando la metodología propia de la empresa en la que se realizó el estudio. Se usó 900,0 ml de agua purificada a $37 \pm 0,5$ °C, en el aparato II (paletas) según se describe en la USP. La velocidad fue 45 r.p.m. y el muestreo se realizó a los 45 minutos.

La cantidad disuelta se determinó por HPLC según el siguiente proceso.

Como estándar se pesaron 33,0 mg de paracetamol en un balón aforado de 100,0 ml, se disolvió y aforó con agua purificada. Se tomaron 5,0 ml y aforaron a 25,0 ml con agua purificada.

Se usó una columna C8 de 125 x 4 mm (5 μ m), a 30°C. La muestra se mantuvo a 20°C y el flujo de la fase móvil: buffer pH 4,0: acetonitrilo (40:60), se mantuvo de manera isocrática a 0,5 ml/min. La detección se realizó a 240 nm.

Disolución de naproxeno sódico

El estudio de disolución "in vitro" para el naproxeno sódico, también se llevó a cabo empleando metodología interna, bajo las mismas condiciones descritas para el otro principio activo, excepto que el medio de disolución fue tampón fosfato pH 7,4.

Se pesó como estándar 30,0 mg de naproxeno sódico en un balón aforado de 100,0 ml, se disolvió y aforó con tampón fosfato pH 7,4; se tomaron 5,0 ml y se aforaron a 25,0 ml con el mismo tampón. Se realizó la lectura de la absorbancia a 330 nm.

Desintegración

Se llevó a cabo en un equipo desintegrador, marca Erweka empleando agua purificada, mantenida a 37 \pm 2°C, como fluido de inmersión, para ambos principios activos.

Dureza

Se llevó a cabo en un durómetro Erweka, sobre 10 comprimidos de cada piloto, expresando el valor en newtons. Se observó cuidadosamente la forma de ruptura. Se reportó el valor medio de las 10 determinaciones, y se calculó el coeficiente de variación.

Contenido de paracetamol y naproxeno sódico

El ensayo de valoración de los activos se realizó bajo las mismas condiciones cromatográficas descritas para la disolución del paracetamol.

Para la solución estándar se pesaron 60,0 mg de paracetamol y 55,0 mg de naproxeno sódico en un balón aforado de 50,0 ml, se añadió metanol y agitó hasta completa disolución. 1,0 ml de la solución anterior se llevó a 20,0 ml con fase móvil.

Para la preparación de la solución analítica se trituraron cuidadosamente las tabletas. Se pesó una cantidad equivalente a 180 mg de paracetamol en un balón de 50,0 ml, se añadió 40,0 ml de metanol y se agitó, antes de aforar con metanol. Finalmente luego de filtrar la solución, se tomó una alícuota de 1,0 ml y se llevó a 50,0 ml antes de inyectarla en el HPLC.

Porcentaje de finos

Los tamices usados fueron: 1,25 / 1,00 / 0,80 / 0,50 / 0,20 / 0,10 / 0,053 mm. Luego del tiempo de vibración, los tamices se pesaron individualmente y las fracciones que quedaron en cada tamiz se reportaron como porcentaje retenido.

A fin de facilitar el manejo de la variable respuesta, en este estudio se reportó solamente el porcentaje de partículas < 200 micras, estableciéndose como límite máximo para esta fracción el 40%. En base a experiencias internas se considera que un porcentaje mayor al 40% de granulado o polvo con un tamaño de partícula menor a 200 micras, puede generar problemas durante la compresión: insuficiente velocidad de flujo, variación de peso, falta de dureza y alta friabilidad.

Peso promedio

El peso promedio de una muestra de 10 comprimidos cada experimento se determinó en balanza analítica. Se calculó la desviación estándar y se reportó el coeficiente de variación porcentual.

Resultados

Perfil de calidad del producto y atributos críticos de calidad

El análisis de perfil de calidad del producto y los atributos críticos de calidad identificados en el estudio se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 2. Perfil de calidad del producto y atributos críticos de calidad identificados en el estudio (*target product profile y quality critical attributes*)

	Atributo de Calidad	Especificación	Criticidad (QCA)	Notas
1	Forma de Dosificación	Comprimido sin recubrimiento	No aplica	
2	Farmacocinética	Liberación Inmediata	No aplica	
3	Contenido Paracetamol	300 mg	No aplica	
4	Contenido Naproxeno sódico	275 mg	No aplica	
5	Forma	Oblonga, con ranura de fraccionamiento	No aplica	
6	Dimensiones	7,0 x 17,0 mm	No aplica	
7	Peso promedio	692,7 mg (Almidón) 714,2 mg (PVP)	No aplica	
8	Uniformidad de peso	97,0 - 103,0 %	No Crítico	
9	Apariencia	Superficie lisa	Crítico	Con friabilidad dentro de lo especificado, no se espera apariencia inadecuada. No se le da tratamiento de Variable respuesta.
10	Contenido de Agua	2,0 - 5,0 %	Crítico	Variable no controlada, pero se registra su valor en cada réplica.
11	Dureza	100 - 160 N	Crítico	Variable Respuesta
12	Desintegración	≤ 30 min H2O 37°C con Discos	Crítico	Variable Respuesta
13	Friabilidad	≤ 0,5 %	Crítico	Variable Respuesta
14	Identidad Paracetamol	Cumple	No Crítico	Se verifica durante la valoración HPLC
15	Identidad Naproxeno sódico	Cumple	No Crítico	Se verifica durante la valoración HPLC
16	Valoración Paracetamol	95,0 - 105,0 %	Crítico	Variable Respuesta
17	Valoración Naproxen sódico	95,0 - 105,0 %	Crítico	Variable Respuesta
18	Ausencia de picos secundarios	Ausencia de Picos secundarios	No Crítico	Se verifica durante la valoración HPLC
19	Disolución Paracetamol	Q 80% / 45 min	Crítico	Variable Respuesta
20	Disolución Naproxeno sódico	Q 80% / 45 min	Crítico	Variable Respuesta
21	Pureza Microbiológica	Ph. Eur.	No Crítico	

A partir de lo anterior se seleccionaron aquellos atributos de calidad que se consideraron críticos y el rango o límite en los que debían estar para asegurar la calidad deseada del producto [2].

Análisis de riesgo y estrategias de control

Riesgo asociado a las fases de elaboración de los comprimidos

Con base en ensayos y conocimientos previos se establecieron solo dos niveles de riesgo: alto y bajo para cada una de las fases de la elaboración del comprimido. Esta metodología está reportada en el documento: “Pharmaceutical Development Case Study: ACE Tablets” [6]. El análisis de riesgo llevado a cabo para las diferentes fases u operaciones que intervienen en el proceso de manufactura se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 3. Análisis de riesgos para las fases del proceso de manufactura de los comprimidos

CQA	GRANULACION	TAMIZADO	LUBRICACION	COMPRESION
1 Apariencia	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
2 Dureza	ALTO	BAJO	BAJO	ALTO
3 Desintegración	ALTO	BAJO	BAJO	ALTO
4 Friabilidad	ALTO	ALTO	BAJO	ALTO
5 Identidad	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
6 Valoración	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO
7 Disolución	ALTO	BAJO	ALTO	ALTO
ESTRATEGIA DE CONTROL	Parámetros de proceso en base a experiencias previas	Parámetros de proceso en base a experiencias previas	Parámetros de proceso en base a experiencias previas	Parámetros de proceso en base a experiencias previas

Riesgo asociado a los componentes de la formulación

Para evaluar este riesgo se utilizó el mismo criterio de dos niveles (alto y bajo).

Tabla 4. Análisis de riesgos para los componentes de la formulación

CQA	API 1	API 2	AGLUTINANTE	HUMEDAD RESIDUAL	DILUYENTE	DESINTEGRANTE	LUBRICANTE
1 Apariencia	BAJO	BAJO	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO	BAJO
2 Dureza	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO	BAJO
3 Desintegración	BAJO	BAJO	ALTO	BAJO	BAJO	ALTO	BAJO
4 Friabilidad	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO	BAJO
5 Identidad	ALTO	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
6 Valoración	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
7 Disolución	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO	BAJO	ALTO	ALTO
ESTRATEGIA DE CONTROL	Variable independiente	Variable independiente	Variable independiente	Se registra pero no se controla	Variable independiente	Variable independiente	Factor constante

Resultados experimentales de las variables respuesta

Una vez concluida la fase de elaboración y análisis de lotes piloto, los datos experimentales se procesaron en el software MODDE.

Sumario de ajuste y análisis de varianza

La tabla siguiente resume los valores de los parámetros R^2 , Q^2 , Validez del modelo y Reproducibilidad para las 11 variables respuestas.

Tabla 5. Sumario de parámetros de ajuste para las once variables respuesta

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		R2	R2 Adj.	Q2	SDY	RSD	N	Model Validity	Reproducibility
2	Friabilidad	0,546487	0,319731	0,0813207	0,0199949	0,0164915	16	0,702898	0,367958
3	Compactabil.	0,765095	0,647642	0,593488	0,284533	0,168898	16	0,265037	0,788573
4	Compresibil.	0,355189	0,0327757	-0,115537	1,46403	1,43984	16	0,743836	0,0638415
5	Indice Carr	0,475676	0,213514	-0,0876439	3,40176	3,01682	16	0,591979	0,345887
6	Dis. Paracet.	0,205905	-0,191144	-0,0989611	7,40475	8,0815	16	0,792282	-0,2
7	Dis. NaNx	0,391708	0,0875677	0,0473214	7,5194	7,18265	16	0,830399	0,0371481
8	Desintegración	0,696258	0,544387	0,37051	3,74931	2,53075	16	0,660355	0,594294
9	Dureza	0,686947	0,530425	0,401256	15,3994	10,5526	16	0,352006	0,692676
10	% Paracet.	0,193648	-0,209492	0,0446156	2,33834	2,57167	16	0,544607	0,0405029
11	% NaNx	0,485531	0,228306	0,141343	1,71386	1,50557	16	0,866576	0,155745
12	% Finos	0,0427336	-0,435894	-0,2	5,08051	6,08792	16	0,398894	0,0151977
13									
14	N = 16	Cond. no. =	Infinite						
15	Comp. = 4								
16									

La variable respuesta **friabilidad**, se explica en detalle a continuación a modo ilustrativo, las otras respuestas se interpretan posteriormente en conjunto, pues, el tratamiento estadístico y el proceso de interpretación es esencialmente el mismo.

Cuando el objetivo del estudio es determinar la robustez, el análisis de regresión se circunscribe a los parámetros R^2 (bondad de ajuste) una medida de lo bien que el modelo de regresión ajusta a los datos crudos; y, Q^2 (bondad de predicción), una estimación del poder predictivo del modelo [7]. El interés principal es clasificar el modelo de regresión como significativo o no significativo. A diferencia del screening y de la optimización, el refinamiento del modelo no se lleva a cabo.

Lo ideal al evaluar robustez es obtener un Q^2 cercano a cero, lo que se traduce en la existencia de una relación extremadamente débil entre los factores o variables independientes y la respuesta, lo que permite afirmar que la respuesta es robusta.

Para el caso de la variable respuesta friabilidad, el R^2 fue 0,546 y Q^2 de 0,081; con lo cual se puede aseverar que los factores implicados en el estudio: paracetamol, naproxeno sódico, aglutinante, desintegrante y diluyente, generaron muy poca variación de la respuesta, o lo que es lo mismo, que la friabilidad no es sensible a

los cambios en los factores, mientras se trabaje con el resto de parámetros que se aplicaron en el presente estudio en condiciones constantes.

La segunda herramienta de diagnóstico es el **ANOVA** (análisis de varianza), el cual estima y compara (a través del test F) los diferentes tipos de variabilidad en la respuesta. El primer test evalúa la significancia del modelo de regresión: cuando **p<0,05** el modelo es **estadísticamente significativo**. El segundo test compara el error del modelo con el error por las replicaciones. Cuando el error del modelo es suficientemente bajo, el modelo exhibe un buen **ajuste de los datos**, es decir que no presenta falta de ajuste, lo cual ocurre cuando **p>0,05**.

Tabla 6. Análisis de varianza para variable respuesta friabilidad

	1	2	3	4	5	6	7
1	Friabilidad	DF	SS	MS (variance)	F	p	SD
2	Total	16	0,108237	0,00676481			
3	Constant	1	0,10224	0,10224			
4							
5	Total Corrected	15	0,00599694	0,000399796			0,0199949
6	Regression	5	0,00327725	0,00065545	2,41002	0,111	0,0256017
7	Residual	10	0,00271969	0,000271969			0,0164915
8							
9	Lack of Fit	2	0,000698187	0,000349094	1,38152	0,305	0,0186841
10	(Model Error)						
11	Pure Error	8	0,0020215	0,000252688			0,0158961
12	(Replicate Error)						
13							
14		N = 16	Q2 = 0,081		Cond. no. =	Infinite	
15		DF = 10	R2 = 0,546		RSD =	0,01649	
16		Comp. = 4	R2 Adj. = 0,320				
17							

Para la respuesta friabilidad, el modelo no es estadísticamente significativo, es decir no hay relación entre los factores y la respuesta, pues Q^2 está cerca del cero y el valor de p es mayor que 0,05. Con lo cual podemos decir que la respuesta es robusta a los cambios en los factores.

Los valores de p , tanto para el modelo de regresión, como para el ajuste de datos, correspondientes a las 11 variables respuesta se resumen en la tabla siguiente.

Tabla 7. Resumen de valores p correspondientes a las once variables respuesta

RESPUESTA	SIGNIFICANCIA DEL MODELO DE REGRESION	
	p < 0,05	p > 0,05
1 Friabilidad	0,111	0,305
2 Compactabilidad	0,006	0,053
3 Compresibilidad	0,417	0,359
4 Índice de Carr	0,198	0,196
5 Disolución del Paracetamol	0,757	0,436
6 Disolución del Naproxeno sódico	0,342	0,508
7 Desintegración	0,020	0,258
8 Dureza	0,022	0,075
9 Contenido de Paracetamol	0,784	0,162
10 Contenido de Naproxeno sódico	0,184	0,587
11 % Finos	0,992	0,091

Los cambios en: friabilidad, compresibilidad, índice de Carr, disolución de paracetamol, disolución de naproxeno sódico, contenido de paracetamol, contenido de naproxeno sódico y porcentaje de finos, no están relacionados con los cambios en el paracetamol, naproxeno sódico, aglutinante, desintegrante y diluyente; es decir, las respuestas antes mencionadas son robustas a la variación de los factores estudiados, en los niveles seleccionados.

Adicionalmente todas estas respuestas están dentro de especificación. La combinación: Respuestas dentro de especificación / Modelo no significativo, representa el ideal del test de robustez [7].

Por otra parte, la **compactibilidad**, **desintegración** y **dureza**, presentaron dependencia de los factores del estudio. En adelante, el enfoque estará en evaluar la influencia de los efectos en cada una de estas tres respuestas.

La **desintegración** representa la combinación: Respuesta dentro de especificación / Modelo significativo. Todos los valores medidos están dentro del máximo aceptado. Posteriormente se determinará la variabilidad esperada en esta respuesta frente a las diversas combinaciones de las variables independientes.

Si bien la especificación de **dureza** fue solamente provisional, pues estuvo basada en la fórmula comercial, puede decirse que representa la combinación Respuesta fuera de especificación / Modelo significativo. En la siguiente sección se estudiarán los principales factores que la afectan; con ellos se podría establecer la combinación adecuada de factores para mantener el producto dentro de especificación, pero, considerando que la dureza no está correlacionada con otras respuestas (por ejemplo, no afecta a la desintegración, ni a la friabilidad), la estrategia será establecer nuevos límites para este parámetro.

Para la **compactibilidad**, no se establecieron especificaciones provisionales, sin embargo, se establecerán los efectos principales, en vista de su significancia en la capacidad de los granulados para formar comprimidos.

Interpretación del modelo

Gráfico de coeficientes

Una representación visual de la importancia de los 5 factores en las variables respuestas significativas lo provee el gráfico de coeficientes.

A continuación, se observa la representación para las tres respuestas que resultaron estadísticamente significativas:

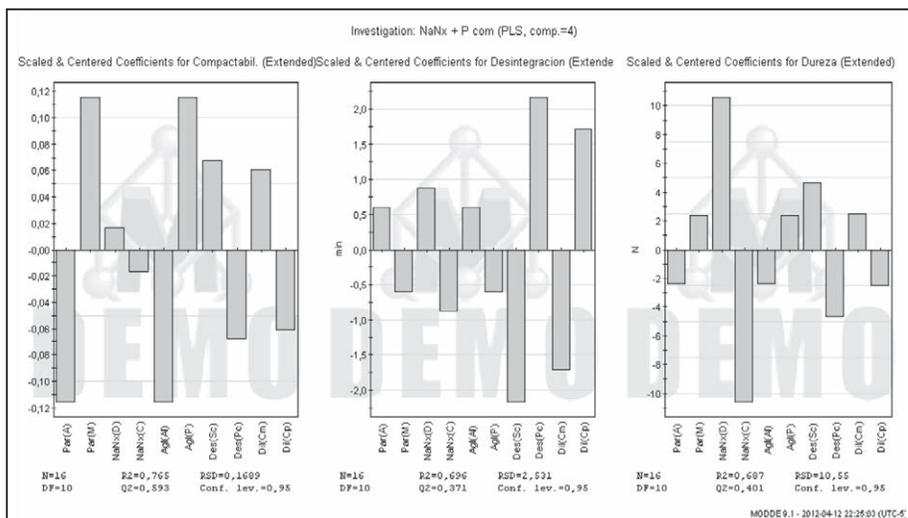


Figura 1. Gráfico de coeficientes para las variables respuestas compactabilidad, desintegración y dureza.

Los coeficientes están escalados para hacerlos comparables, y centrados pues su tamaño representa el cambio en la respuesta cuando el factor varía desde su valor central a 1 (en unidades codificadas), mientras los demás factores se mantienen en sus promedios. Para diseños factoriales, el coeficiente corresponde a la mitad del tamaño del efecto, y estos expresan el cambio en la respuesta cuando el factor varía de su nivel bajo a su nivel alto.

Hay que recordar que en el presente estudio no existen efectos por interacción debido a que los factores estudiados son cualitativos. Nótese también que en la figura 6, los efectos están graficados en orden de importancia.

Luego del análisis de los factores que resultaron ser significativos en las variables respuesta compactabilidad, desintegración y dureza, se demostró que:

Para la variable respuesta **compactibilidad** los términos significativos fueron: paracetamol, aglutinante, desintegrante y diluyente.

Para la variable respuesta **desintegración**, los términos significativos fueron el desintegrante y el diluyente

Para la variable respuesta **dureza** solamente el naproxeno sódico resultó ser el término significativo.

Gráfico de efectos principales aglutinantes

Considerando los dos niveles para aglutinante: almidón (A1) y polivinilpirrolidona (P), el gráfico de los efectos principales para las variables respuestas compactabilidad, desintegración y dureza fue el siguiente:

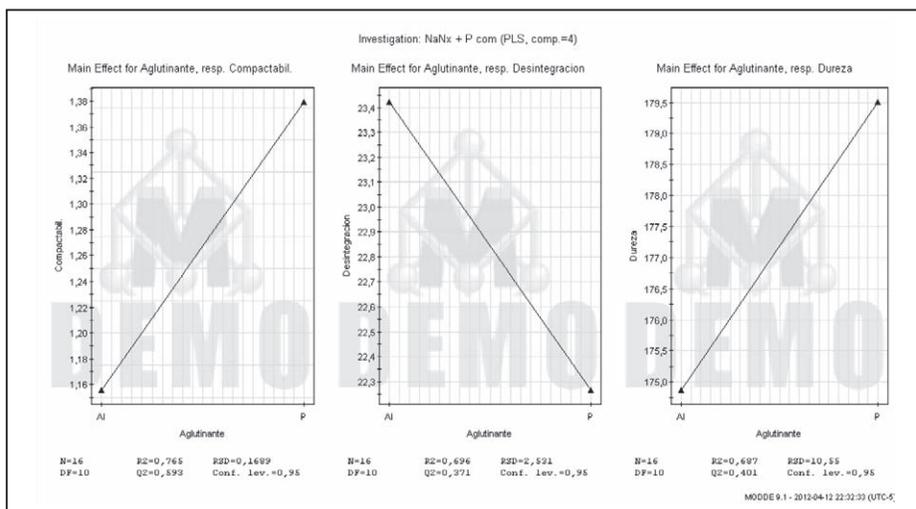


Figura 2. Gráfico de efectos principales para el factor aglutinante.

De la figura anterior se puede decir que, a fin de tener comprimidos con alta compactabilidad, bajo tiempo de desintegración y durezas altas, la elección adecuada es la **polivinilpirrolidona** como aglutinante.

Desintegrante

El análisis de efectos principales para los dos niveles del factor desintegrante (crocarmelosa sódica, Sc y polivinilpirrolidona cross linked, Pc), para las tres respuestas significativas, se muestra en el siguiente gráfico:

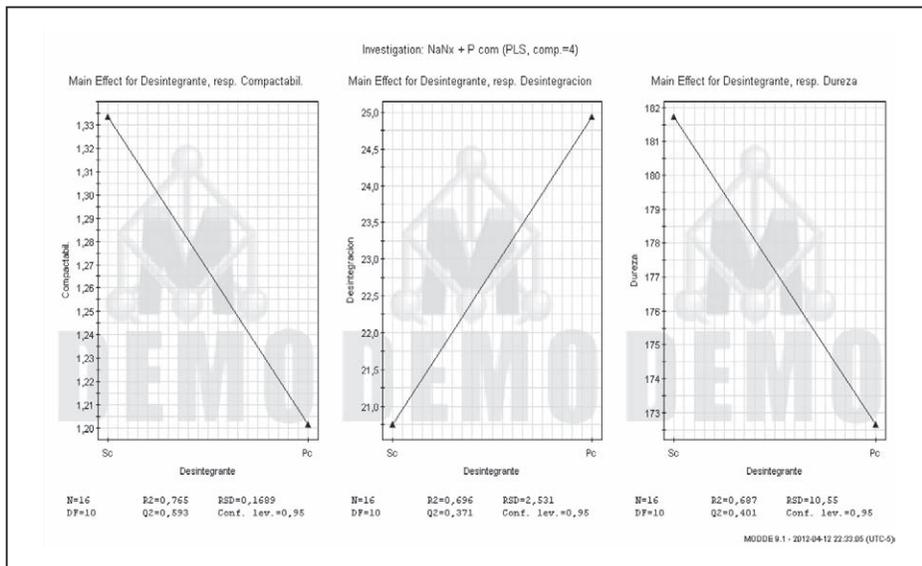


Figura 3. Gráfico de efectos principales para la respuesta desintegrante.

Como se observa, la **crocarmelosa** sódica fue el desintegrante que generó comprimidos con alta compactabilidad, bajo tiempo de desintegración y altas durezas.

Diluyente

Como en el caso de los dos factores anteriores, los niveles del diluyente se seleccionaron en función de ensayos previos con la combinación paracetamol / naproxeno sódico y, considerando la experiencia en otros productos.

Los dos niveles evaluados, celulosa microcristalina (Cm) y celulosa en polvo (Cp), en las tres respuestas significativas, resultaron en los siguientes comportamientos.

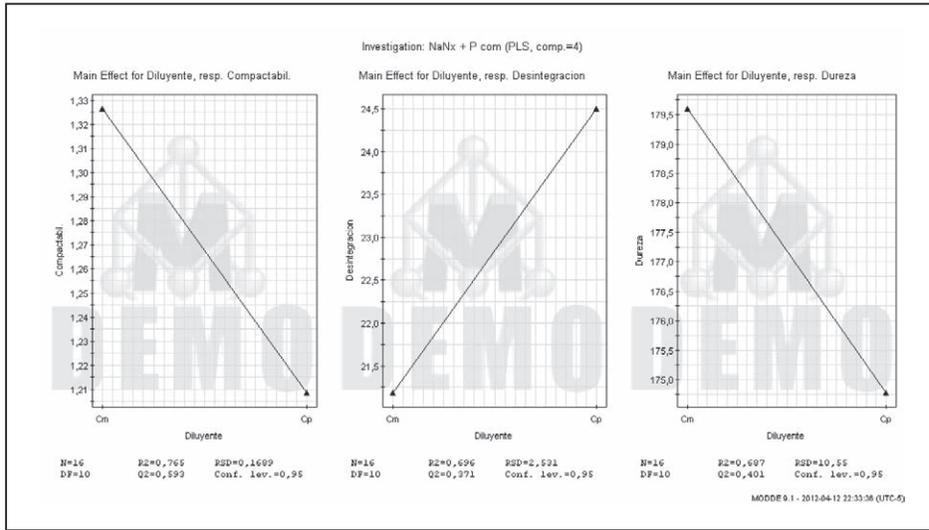


Figura 4. Gráfico de efectos principales para la variable respuesta diluyente.

Para obtener alta compactabilidad, bajos tiempos de desintegración y altas durezas, la **celulosa microcristalina** debe ser el diluyente seleccionado.

Haciendo predicciones

Una vez que se seleccionaron la polivinilpirrolidona, la croscarmelosa sódica y la celulosa microcristalina, fue conveniente realizar una predicción del comportamiento de las variables respuestas significativas (compactabilidad, desintegración y dureza) para las cuatro combinaciones posibles de los principios activos paracetamol (proveedor A / proveedor M) y naproxeno sódico (proveedor D y proveedor C).

Tabla 7. Hoja de predicción para compactabilidad, desintegración y dureza

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	Parace	Naprox	Aglutin	Desinte	Diluyen	F L U	Compac	Lower	Upper	C	L	U	L	U	C	L	U	Desintegrac	Lower	Upper	Dureza	Lower	Upper						
1	A	D	P	Sc	Cm	C	1,4082	1,3238	1,4927	2	2	1	1	1	1	1	1	19,9375	18,6721	21,2029	194,375	189,099	199,651						
2	A	C	P	Sc	Cm	C	1,3762	1,2918	1,4607	2	2	5	7	1	9	1	5	18,25	16,9846	19,5154	173,9	168,624	179,176						
3	M	D	P	Sc	Cm	C	1,6318	1,53746	1,72629	2	2	1	1	1	1	1	1	18,7812	17,3665	20,196	199,012	193,113	204,912						
4	M	C	P	Sc	Cm	C	1,5998	1,50546	1,69429	2	2	5	7	1	9	1	5	17,0937	15,679	18,5085	178,537	172,638	184,437						
5																													

La tabla anterior muestra la predicción de la incertidumbre asociada a cada respuesta, para cada combinación de principios activos, manteniendo constantes el aglutinante, el desintegrante y el diluyente.

Tomando como ejemplo, el caso de la combinación paracetamol proveedor A y naproxeno sódico proveedor D; para el caso de la desintegración el límite de confianza al 95% sería 19,94 +/- 1,26 minutos.

Hablando en sentido general, para la variable respuesta compactabilidad, con cualquiera de las combinaciones de proveedores de principios activos no se espera un valor más bajo que 1,2918 ni uno más alto que 1,7263.

Para la desintegración, con una fiabilidad del 95%, no se esperan valores fuera del rango 15,6790 – 21,2029; es decir que la respuesta estará dentro de la especificación, menor a 30 minutos, para las cuatro combinaciones.

Como ya se comentó anteriormente, la especificación provisional de dureza, debe ser re-definida en función de los datos generados. La nueva especificación, aún provisional, podría ser: 160 – 210 N; pues los intervalos de confianza al 95% para las cuatro combinaciones presentan extremos de 168,6 y 204,9 N. Sin embargo, una especificación más apropiada sería 150–230 N, por razones que serán explicadas en la siguiente sección.

Espacio de diseño

A continuación se muestran las predicciones para las cuatro combinaciones de principios activos.

Paracetamol A / Naproxeno sódico D

El software MODDE genera el siguiente gráfico:

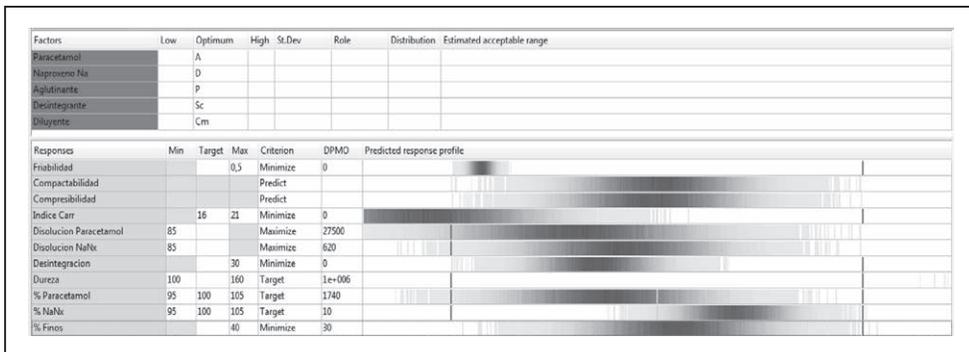


Figura 5. Validación del espacio de diseño para la combinación paracetamol A y naproxeno sódico D.

En la parte superior se observan los factores implicados, en el nivel seleccionado. Nótese que los niveles de los excipientes se mantienen constantes, en concordancia con lo establecido en la interpretación de los gráficos de efectos principales: la mejor combinación es polivinilpirrolidona (P), sodio croscarmelosa (Sc) y celulosa microcristalina (Cm).

La parte inferior, muestra cada respuesta con sus límites mínimos y máximos establecidos tanto en forma numérica como gráfica: líneas rojas para la especificación y

amarillas para el óptimo. El área verde en degradé representa la distribución de los valores de la respuesta; en las zonas más oscuras hay mayor concentración de valores. Las siglas DPMO vienen del inglés Dots per million operations, y representan cuántos valores de la respuesta estarán por fuera de la especificación por cada millón de predicciones.

Para la combinación paracetamol A y naproxeno sódico D, todos los valores de dureza están fuera de los límites establecidos provisionalmente y como ya se discutió anteriormente, se establecerá una nueva especificación. Todas las demás respuestas deberán estar dentro de lo especificado, si bien para el test de disolución algunos datos (hasta un máximo de 2,75% para paracetamol) podrían estar por debajo del mínimo establecido. Es importante anotar que si bien se estableció como mínimo en 85%, pues corresponde al valor Q de una forma farmacéutica oral de liberación inmediata; la especificación interna del producto comercial es 75%, por lo que no se esperan problemas en el desempeño del producto.

Paracetamol A / Naproxeno sódico C

El gráfico generado se muestra a continuación:

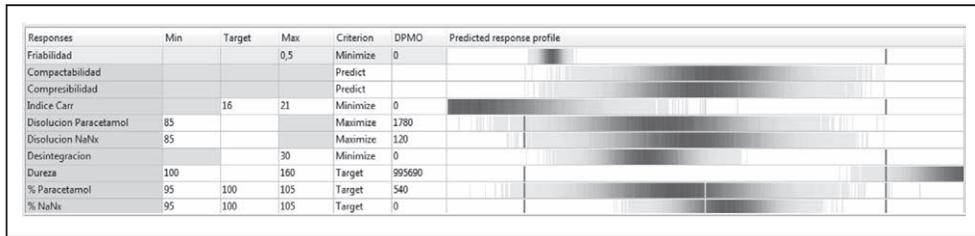


Figura 6. Validación del espacio de diseño para la combinación paracetamol A y naproxeno sódico C.

Su interpretación es similar al anterior, si bien la predicción del porcentaje de valores por debajo del 85% es solo del 0,18%.

Paracetamol M / Naproxeno sódico D

En cada 100 veces que se combinen estos proveedores, 2 podrían presentar un contenido de paracetamol inferior al 95%, sin embargo si se recuerda que solo la compactabilidad, la desintegración y la dureza resultaron estadísticamente significativas, la probabilidad de que esto ocurra es todavía más baja.

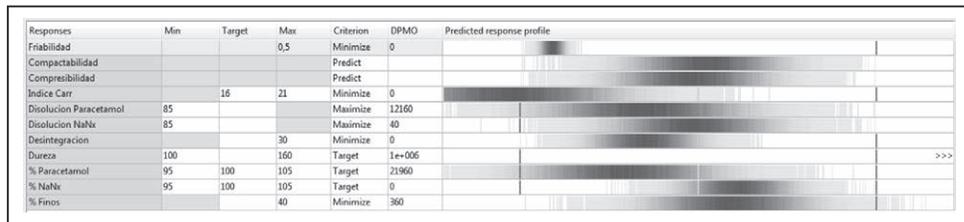


Figura 7. Validación del espacio de diseño para la combinación paracetamol M y naproxeno sódico D.

Paracetamol M / Naproxeno sódico C

Menos de un 1% de resultados podrían estar por bajo del 95% de paracetamol, mientras que apenas un 0,1% estarían por debajo del límite inferior de disolución.

Las consideraciones de significancia estadística del caso anterior son iguales de válidas para el presente.

Respuestas	Min	Target	Max	Criterion	DPMO	Predicted response profile
Friabilidad			0,5	Minimize	0	
Compactabilidad				Predict		
Compresibilidad				Predict		
Índice Carr		16	21	Minimize	0	
Disolución Paracetamol	85			Maximize	810	
Disolución NaHx	85			Maximize	20	
Desintegración			30	Minimize	0	
Dureza	100		160	Target	999200	
% Paracetamol	95	100	105	Target	9830	
% NaHx	95	100	105	Target	0	
% Finos			40	Minimize	770	

Figura 8. Validación del espacio de diseño para la combinación paracetamol M y naproxeno sódico C.

Discusiones

Perfil de calidad del producto y atributos críticos de calidad

Como ya se mencionó anteriormente, todos los atributos son necesarios para describir a la forma farmacéutica, pero no todos ellos son críticos en su calidad, dentro del contexto del presente estudio.

Destacan la apariencia y la friabilidad, pues describen el problema a resolver, pero no podría entenderse un desarrollo que solucione esto, pero que afecte el desempeño tecnológico farmacéutico del comprimido, por ello se incluyeron la dureza, desintegración, contenido y disolución de los activos.

Análisis de riesgo y estrategias de control

El análisis de riesgos permite identificar los atributos de los componentes y los parámetros del proceso, con efecto potencial en los atributos críticos de calidad del producto y se aplica en fases tempranas del desarrollo [2].

Riesgo asociado a las fases de elaboración de los comprimidos

Las fases de granulación y compresión claramente presentan los riesgos más altos para las atributos críticos de calidad (CQA) seleccionados para la forma farmacéutica. Para mantener el diseño experimental lo más simple posible, no se incorporaron a él variables de proceso. Se mantuvieron constantes todos los parámetros de proceso, correspondientes a las etapas de granulación y compresión para todas las corridas experimentales. Los parámetros fueron fijados, en correspondencia con experiencia en ensayos anteriores al presente estudio.

Riesgo asociado a los componentes de la formulación

Los componentes que pueden tener mayor influencia en los atributos críticos de calidad (CQA) identificados, son los principios activos (API, de sus siglas en inglés active principle ingredient) y el aglutinante. El API debido a que sus propiedades físicas impactan en las propiedades tecnológicas de los comprimidos, siendo esta influencia mayor si se considera su alto porcentaje en la formulación. Por su parte, el agente aglutinante influye en las características del granulado obtenido, el que define las propiedades físico mecánicas y tecnológicas de los comprimidos. La humedad residual, el diluyente, el desintegrante y el lubricante, se presentan en orden decreciente de influencia. De experiencias previas se conoce el nivel adecuado de lubricante por lo que este se mantuvo constante. La humedad residual no fue seleccionada como un factor a controlar pero si a registrar, por la importancia de conocer el rango de operación en el que se obtienen comprimidos dentro de especificación.

Selección de variables

Los factores considerados términos significativos fueron diferentes para las tres respuestas; sin embargo, para el estudio de los efectos principales se consideraron siempre: el aglutinante, el desintegrante y el diluyente. No se consideraron los factores paracetamol y naproxeno sódico, pues es precisamente para ellos, que se pretende conocer los mejores excipientes (Agl, Des y Dil), de tal manera que la formulación sea robusta, es decir que genere comprimidos dentro de especificación sin importar la fuente de procedencia del activo que se use.

Espacio de diseño

El software MODDE puede usar simulaciones de Monte Carlo a fin de realizar una estimación de la región segura, el espacio de diseño, donde los factores pueden ser variados generando respuestas dentro de especificación. El límite establecido es menos de 50.000 (5%) de valores fuera de especificación. Los métodos de Monte Carlo proveen soluciones aproximadas a una gran variedad de problemas matemáticos a través de simulaciones estadísticas usando series aleatorias de números [8].

Conclusiones

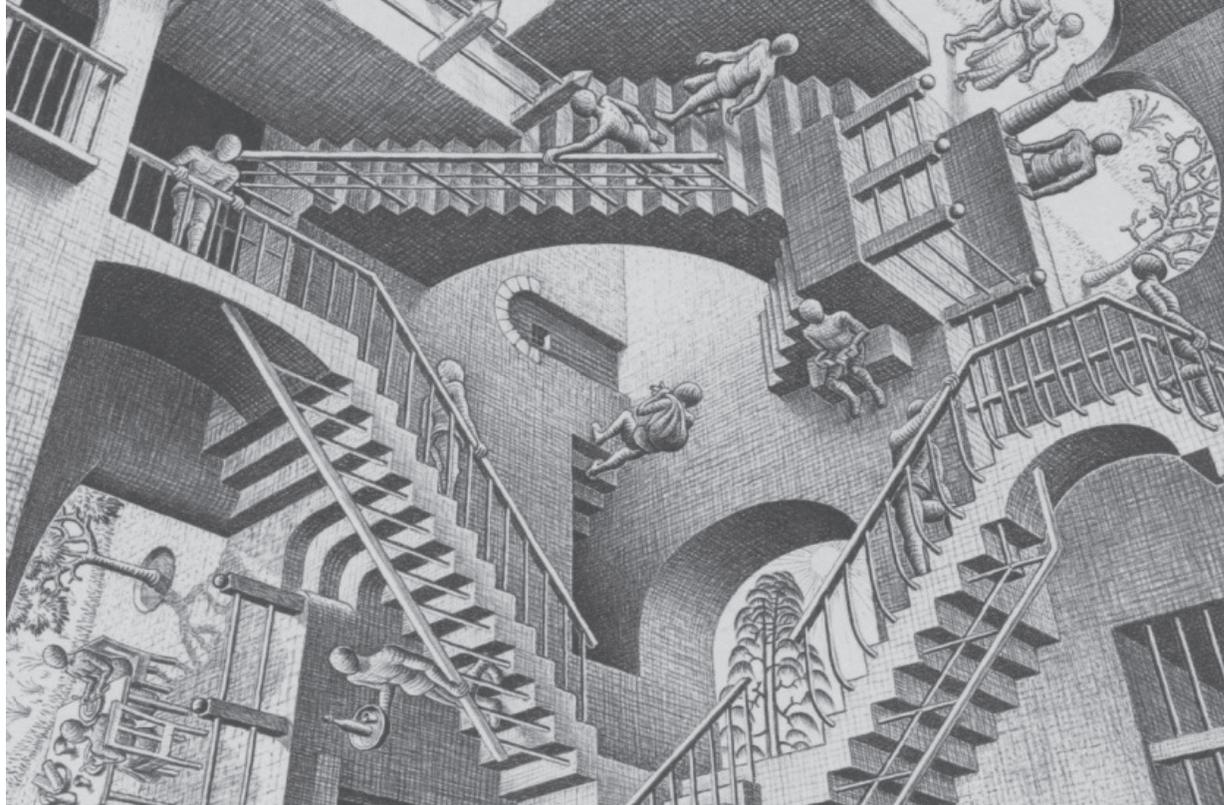
La formulación que incluye polivinilpirrolidona, sodio croscarmelosa y celulosa microcristalina, es robusta para las cuatro combinaciones entre los dos tipos de paracetamol y los dos de naproxeno sódico. Con una confiabilidad del 95%, la friabilidad y las otras variables respuesta estudiadas para los comprimidos de paracetamol y naproxeno sódico estarán dentro de lo especificado.

La aplicación de los principios de calidad desde el diseño (QbD) permite una mayor comprensión de los productos y los procesos, determinando que estos sean robustos, es decir, que tengan baja sensibilidad a cambios propios de la dinámica

industrial, haciendo la producción más flexible, pero orientada siempre en lograr seguridad, eficacia y calidad de los medicamentos.

Referencias

- Aulton, M. (2002). *Pharmaceutics. The Science of Dosage Form Design*. (2a ed.). Churchill Livingstone. España.
- Bacher, C. Olsen, P.M. Bertelsen, P. Sonnergaard, J.M. (2008). Compresibility and Compactibility of granules produced by wet and dry granulation. *International Journal of Pharmaceutics*; 358: 69–74.
- CMC – IM Working group (2008). *Pharmaceutical Development Case Study: ACE tablets*. Versión 2.0. Recuperado de: www.ispe.org/pqli/case-study-ace-tablets.pdf.
- Eriksson, L. (2008). *Design of Experiments. Principles and Applications*. (3a ed.). Umetrics AB. Sweden.
- International Conference on Harmonization. (2009). ICH Q8 (R2): Pharmaceutical Development. International Conference on Harmonization. Recuperado de: http://www.ich.org/fileadmin/Public_Web_Site/ICH_Products/Guidelines/Quality/Q8_R1/Step4/Q8_R2_Guideline.pdf
- Pengelly, J. (2002). *Monte Carlo Methods*. University of Otago. New Zealand. Recuperado de: http://www.cs.otago.ac.nz/cosc453/student_tutorials/monte_carlo.pdf.
- Sonnergaard, J. (2006). Quantification of the Compactibility of Pharmaceutical Powders. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*; 63: 270–277.
- Yu, Lawrence. (2008). Pharmaceutical Quality by Design: Product and Process Development, Understanding, and Control. *Pharmaceutical Research*; 4: 781-91.



Análisis descriptivo de los tipos de cultura en las PYMIS del Municipio
Metropolitano de Quito
Darío Ramos Grijalva

Análisis descriptivo de los tipos de cultura en las PYMIS del Municipio Metropolitano de Quito

Darío Ramos Grijalva

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
rramos88@outlook.es

Recibido: 01 de septiembre de 2017 / *Aprobado:* 30 de noviembre de 2017

Resumen

La *cultura organizacional*, se ha constituido en una herramienta de gestión imprescindible a ser ejecutada por las organizaciones, como vectora para la consolidación de los activos intangibles de una empresa como son el clima, la identidad y la imagen organizacionales, logrando con ello afianzar su imagen corporativa, tanto a nivel interno y externo. El presente artículo se propone analizar el tipo de culturas que prima en las pequeñas y medianas industrias (PYMIS), mediante un diagnóstico del estado actual de dichas culturas, sobre la base del planteamiento de cuestionarios estructurados de preguntas cerradas. Para tal efecto, se extrajo una muestra representativa para una población finita, la misma que de acuerdo al muestreo de proporciones derivó en 380 encuestas, aplicadas a los propietarios de las PYMIS del Distrito Metropolitano de la ciudad de Quito. Los resultados del estudio apuntan a determinar el tipo de cultura en la que se encuentran insertas las PYMIS, acorde con la tipología de Scheinsohn, así como establecer si en las PYMIS existen prácticas de gestión de la cultura que respondan a una política de gestión permanente de la misma, o si por el contrario no se la gestiona. El artículo concluye

a favor de un diagnóstico previo a la gestión de la cultura mediante estrategias en el sector de las PYMIS.

Palabras clave: cultura organizacional, identidad corporativa, imagen corporativa, *stakeholders*.

Abstract

Organizational culture has become an essential management tool to be used by the organizations, as a vector for the consolidation of the intangible assets of a company such as climate, identity and organizational image, managing thereby to strengthen the corporate image and identity, both internally and externally. This article aims to analyze the type of cultures prevailing in small and medium-sized industries (PYMIS), through a diagnosis of the current state of these cultures, based on structured questionnaires of closed questions. For this purpose, a representative sample for a finite population, which according to the sampling of proportions derived in 380 surveys, was applied to the owners of the PYMIS in the Metropolitan District of the city of Quito. The results of this study aim to determine the type of culture in which the PYMIS are embedded consistent with the typology of Scheinsohn as well as to establish if there are practices of cultural management that respond to a permanent management of this policy, in the PYMIS or if on the contrary that policy is not managed. The article concludes in favor of a diagnosis to management culture through strategies in the sector of the PYMIS.

Keywords: organizational culture, corporate identity, corporate image, *stakeholders*.

I. Introducción

Como estructuras organizacionales dice Villafañe (en Ventura, 2001), las empresas en general y las PYMIS como tales, cuentan con dos sistemas que deben actuar indisolublemente: el sistema fuerte y el sistema débil. El sistema fuerte está constituido por las funciones tradicionales de una organización o empresa que, a la luz de las actuales experiencias empresariales, ya no brinda ventajas que hagan la diferencia. Estas funciones son: producción, marketing, financiación, administración, etc. Frente a estas, el mismo Villafañe, menciona los elementos que conforman el sistema débil y que además son, entre otros, el grupo de activos intangibles, entre los que destaca a la cultura, la identidad, la comunicación y la imagen organizacionales. El error más frecuente en las organizaciones tradicionales que enfatizan exageradamente en el *sistema fuerte*, es desconocer las virtudes del *sistema débil* que hacen que complementen al fuerte. Postergando entonces, la gestión de la Cultura Organizacional (en adelante CO).

La conveniencia social de llevar a cabo este estudio radica en que las PYMIS por cuenta propia; entiendan el compromiso consigo mismas, en la impostergable gestión de su cultura y en la vivencia misma del concepto, entendido como la forma en que las PYMIS de forma íntegra y voluntaria activan su CO; establezcan el valor de la dinamización de la cultura, además del replanteamiento de sus estrategias y políticas de identidad e imagen.

1.1 La cultura organizacional

Desde una visión pluralista de gestión empresarial, se enfoca la investigación teórica y empírica objeto del presente estudio, en cuyo planteamiento inicial conviene dar respuesta a dos cuestiones previas: ¿Es la CO un tema que sólo concierne a las grandes empresas? Y estrechamente relacionada con ella, ¿las PYMIS deben gestionar y analizar su CO? La respuesta es negativa para la primera cuestión y positiva para la segunda. En el primer caso las apariencias pueden llevar a creer que las prácticas de CO que hacen las PYMIS son insignificantes cuando se las compara con los que están en capacidad de realizar las grandes empresas nacionales o multinacionales. Ahora bien, si las posibilidades de ejercicio de la CO encontraran su respuesta en el tamaño, no habría nada que agregar a lo expresado líneas arriba. Resulta, sin embargo, que el tema es un tanto más complejo y que la CO no depende de las dimensiones de la empresa, sino de las decisiones que ellas adopten.

La noción de CO, ha evolucionado a través de los tiempos. Durante los últimos cuarenta años se ha visto un rápido aumento del interés en la CO entre gerentes y consultores empresariales, tanto de empresas grandes como de negocios pequeños.

La definición más popular de CO es la de Deal y Kennedy (en Goodstein, Nolan y Pfeiffer, 2004, p. 68): “la forma como hacemos las cosas por aquí”, pero esta definición sólo se concentra en un conjunto de hechos observables y pasa por alto otros, que son

invisibilizados; lo contrario significaría apreciar a la cultura de una organización como un sistema social que se basa en un conjunto central de convicciones y valores, y que se desarrolla como consecuencia de los esfuerzos de la organización, a través del tiempo para enfrentar su entorno. Su éxito en este sentido llevaría a los miembros de una PYMIS, a considerar su manera de hacer las cosas, como el mejor camino para afrontar su entorno en el futuro. Existe bastante evidencia de la cultura de una empresa casi en cualquier parte de su entorno: en su estructura física y lugares, en la forma como responde a los visitantes, en sus informes anuales y otros, en sus intentos por manejar sus relaciones con sus *stakeholders*¹, en sus “*relatos de guerra*” sobre los buenos y los malos momentos en lo que respecta a sus héroes y villanos, en sus ritos y rituales; en suma en su mitología corporativa. Aspectos que no tienen, de ninguna manera, ser ajenos a una PYMIS.

Para Horacio Andrade Rodríguez de San Miguel, la cultura es el:

Conjunto de creencias y de valores compartidos que proporcionan un marco común de referencia, a partir del cual las personas que pertenecen a una organización tienen una concepción más o menos homogénea de la realidad, y por tanto un patrón similar de comportamientos ante situaciones específicas. (2008, p. 229)

Un análisis más detallado de esta definición nos puede ayudar a entender mejor el concepto. En primer lugar, la parte visible más importante de la cultura es el comportamiento de las personas; en el caso de los integrantes de una PYMIS, se refleja en la forma como trabajan, toman decisiones, se relacionan entre sí y con quienes no son parte del sistema (demás *stakeholders*), resuelven los problemas que enfrentan y, en general, actúan respondiendo a situaciones diversas. Dicho de otra forma, la cultura genera patrones de conducta que serán claramente identificables en la medida en la que sea fuerte.

Martha Alles (2010, p. 264), define a la cultura como: “Conjunto de supuestos, convicciones, valores y normas que comparten los miembros de una organización”. Para Daft (2007, p. 361): “La cultura es el conjunto de valores, normas, creencias orientadoras y entendimientos compartidos por los miembros de una organización”, y que deben ser enseñados a los nuevos miembros de una organización. Representa la parte no escrita pero percibida de la organización. Todos participan en la cultura, pero, por lo general, la cultura pasa inadvertida. Solo cuando las organizaciones intentan implementar nuevas estrategias o programas contrarios a las normas y valores culturales básicos, la empresa se enfrenta cara a cara con el poder de su cultura.

La CO existe en dos niveles. En la superficie se encuentran los artefactos visibles y los comportamientos observables, así como la forma en que la gente viste y actúa, y los símbolos, las historias y las ceremonias que los miembros de la organización comparten. No obstante, los elementos visibles de la cultura reflejan valores más profundos en la conciencia de los miembros de la organización. Estos valores subyacentes, suposiciones, creencias y procesos mentales son la verdadera cultura (Daft, 2007).

Daniel Scheinsohn (1996, p. 69), emite la siguiente definición: “La cultura corporativa es el conjunto de formas tradicionales con las que la gente de una empresa, piensa y actúa ante las situaciones con las que ha de enfrentarse”.

La cultura es aprendida primero y sostenida luego; por lo que para entender su dinámica, será necesario considerar los procesos del aprendizaje humano. Para una PYMIS, su gente es fundamental. Ellos pueden facilitar, entorpecer y aun destruir el proyecto corporativo; esto en el adentro. En el afuera, los empleados son portavoces de la PYMIS; ellos transmiten lo que interpretan que la empresa es, lo que desea ser, cómo es tratada la gente y cómo son sus productos. Cada empleado es un aviso viviente, un embajador ante sus familiares, amistades y demás personas con las que interactúa (Scheinsohn, 1996).

Entonces, con todas las definiciones planteadas por los autores citados, la cultura organizacional constituye una serie de valores, normas, expectativas y actitudes que guían el comportamiento de los integrantes de una organización (individuos, grupos y procesos de la organización) y que son impartidos desde el momento de su vinculación a la organización. Es un elemento activo y movilizador de la empresa, que se instala a través de procesos de interacción, imitación y aprendizaje. La cultura de una organización proporciona el contexto social en y a través del cual desarrolla su trabajo.

Generalmente, la cultura se crea junto con la organización, es la base sobre la cual se va a desarrollar la misma. Con pequeñas variantes, el proceso inicia con la idea que tiene alguien para una empresa. Ese alguien, habitualmente el fundador o un líder, comparte esa idea, visión, filosofía o estrategia de negocios, con otras personas que la analizan, ven si es viable y la ponen en marcha. De ahí en adelante, se procura la solidificación de los valores clave, a través de la socialización en todos los niveles, para que la cultura se mantenga por sí misma. Cuando la CO es sólida, se hacen menos necesarios los organigramas y los manuales de normas y procedimientos. Por el contrario, cuando una empresa no tiene una cultura sólida, tampoco tiene una idea sólida de lo que ella es y representa, lo que conlleva a una estructura poco o nada flexible, y en la que deben participar todos sus colaboradores.

Implementar una cultura o realizar cambios radicales en una PYMIS, como en cualquier otra empresa, conlleva realizar también cambios en el personal, ya que para que la cultura pensada y deseada sea exitosa se debe colocar en roles organizacionales clave a nuevos miembros, o personas con supuestos básicos muy diferentes de los existentes.

Hasta ahora, nos queda claro que todas las organizaciones tienen cultura, incluso las PYMIS: sin embargo, esta no es uniforme ya que se trata de una percepción de la realidad de la organización que comparten los miembros. En una organización típica, esta percepción debería ser homogénea para generar patrones de comportamiento similares, orientados al logro de los objetivos fijados por la empresa, y a la creación de un ambiente de trabajo propicio, a la motivación y al desarrollo de sus colaboradores, haciendo que la cultura se vuelva funcional y el clima laboral sano.

Debido a esta individualidad, cada PYMIS debe examinar minuciosamente la cultura que posee y la que necesita mediante un auditoría de cultura; y lo puede hacer en base a dos dimensiones: si la organización tiene un enfoque más hacia el interior o más hacia el exterior, y si las reacciones frente al cambio son flexibles y espontáneas o rígidamente controladas y metódicas. Los distintos tipos de culturas organizacionales ofrecen ventajas y desventajas y cada uno tiene distintos mecanismos para procesar la información referente al ambiente cambiante del mercado y reaccionar de conformidad.

En otras palabras, el rol de la cultura es la de ser integradora, difundiendo, explicando y socializando los valores a todos los *stakeholders* de una organización, de tal manera que sean comprensibles y fácilmente aceptados por todos los empleados. En una PYMIS no se puede imponer un determinado tipo de cultura, ni siquiera se la puede declarar porque se convertiría en un anhelo; la verdadera cultura es la que está vigente y el éxito de la misma radica en consolidar la cultura vigente o experimentar un cambio cultural acorde con las demandas del entorno.

1.2 Tipos de cultura

Las PYMIS como cualquier otro tipo de empresa se alinean consciente o inconscientemente a un tipo de cultura. Al respecto, Daniel Scheinsohn (1996, pp. 73-75) clasifica las culturas de las organizaciones según sean fuertes o débiles, y en si son de cierre o de apertura, y sobre esta tipología es que se llevó a cabo el diagnóstico cultural de las PYMIS, tal como se refleja en la figura 1.

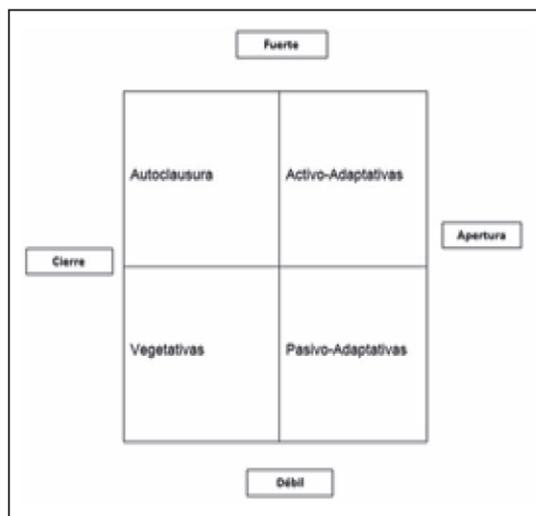


Figura 1. Tipos de cultura.

Fuente: Scheinsohn (1996, p. 70).

- Culturas fuertes o débiles: respecto al grado de intensidad con el que se manifiestan las creencias y valores y el grado de cohesión cultural que existe entre los implicados. Importa la coexistencia o no de subculturas y las compatibilidades e incompatibilidades entre éstas.
- Culturas de cierre o apertura: respecto al grado de sensibilidad que posee acerca de los cambios que se suceden en su entorno, y la actitud que adopta al respecto.

Cultura vegetativa, es una empresa con un bajo grado de conciencia cultural, ya sea por divergencias, falta de cohesión o de un proyecto corporativo. Al mismo tiempo, la empresa se encierra en sí misma y pierde la oportunidad de aprender. Este tipo de empresas, a no ser que se lo propongan y efectúen un rápido y enérgico cambio, están condenadas a desaparecer tarde o temprano.

Cultura de autoclausura, es una empresa que posee un fuerte proyecto corporativo que es compartido por la mayoría; pero no toma en consideración a los cambios que se están sucediendo en su entorno. Esta actitud de ombliguismo, hace correr el riesgo de tornar en obsoleta a la estrategia, y de cometer graves errores por falta de sensibilidad a las circunstancias.

Cultura pasivo-adaptativa, este tipo de empresa posee un proyecto corporativo inconsistente y una cultura débil; cuestión que deriva de una especial y excesiva preocupación por la plasticidad, esto es la adaptación a los requerimientos del entorno. Su principal objetivo pasa por la adaptación, tanto que por esto, es capaz de perder de vista sus propios propósitos, en pos de lograr dominar la flexibilidad. La plasticidad no es una cualidad negativa, siempre y cuando se la maneje con prudencia y mesura, y no como un fin en sí mismo. Los sucesivos cambios y la inestabilidad de los propósitos debilitan a la cultura y hacen imposible la existencia de un verdadero proyecto corporativo.

Cultura activo-adaptativa, esta empresa posee un alto sentido de proyecto corporativo y una fuerte conciencia de lo que está sucediendo “allá afuera”, en su entorno. La empresa toma lo necesario del entorno para aprender y lograr optimizar su actuación y proyecto. Este modelo de cultura es el que debe aspirar alcanzar cualquier PYMIS que se proponga subsistir o progresar. Una cultura fuerte que fomente la adaptación y el cambio, redundará en un mejor desempeño organizacional gracias a que infunde energía y motivación a los empleados, unifica a la gente en relación con las metas compartidas y una misión más elevada, y da forma y orienta el comportamiento de los empleados de manera que las acciones de todos estén alineadas con prioridades estratégicas.

1.3 Evaluación y diagnóstico de la cultura organizacional

Villafañe (en Fita, 1999), en su modelo de cultura corporativa asume que esta tiene que ser evaluada. En la misma línea de pensamiento, Andrade (2002) sugiere realizar

un diagnóstico de la cultura organizacional sobre el análisis de sus manifestaciones. Para profundizar sobre lo que dicho autor propone, y como extensión de su obra, a continuación se propone cuatro niveles de análisis cultural, los que a su vez serán tomados en cuenta en la investigación:

El primer nivel de diagnóstico cultural, el de las manifestaciones estructurales. La cultura de una organización tiene como base la manera en cómo está estructurado su sistema organizacional. Andrade (2002) sostiene que para hacer este análisis se debe analizar:

- La manera en cómo se delegan el poder, la autoridad y el liderazgo (formal e informal, autoritario, democrático, competitivo, etcétera).
- Cómo están integradas las políticas y procedimientos, las normas, el sistema de estatus interno (a quien se reconoce, se recompensa, y se promueve) y, las repercusiones comunicacionales de los ámbitos anteriores.

El segundo nivel, es el de las manifestaciones conductuales. Aquí se trata de la relación inequívoca que existe entre las nociones culturales de una empresa y la ponderación que se hace del trabajador como clave del éxito de la organización. De esta ecuación partirán los modos en que se ajuste el lenguaje para impartir instrucciones, las ponderaciones para promocionar y las políticas de estímulo del trabajador en consideración de que este no es mero instrumento de trabajo, sino el factor de producción más importante para una empresa.

El tercer nivel de diagnóstico es el del análisis de las manifestaciones materiales. La calidad de equipos y herramientas de trabajo y su disponibilidad, incide sin duda en el comportamiento del trabajador y en las operaciones de una organización. Hay que tener claro que contar con altos parámetros de modernización, automatización o tecnologización, no implica ciertamente que la cultura de una organización sea fuerte o bien consolidada, más bien en ocasiones puede ser que enmascaren una cultura de contexto bajo. La excesiva modernización de sus procesos puede pretender remplazar al sistema comunicacional, deshumanizando a la organización, contrariando las metas comunicacionales.

El cuarto nivel de diagnóstico es el del análisis de las manifestaciones simbólicas. Esta vía es la que más adeptos tiene, pues se corresponde al criterio erróneo (vigente hoy) de que la imagen corporativa de una empresa se circunscribe solamente a lo simbólico o visual.

Las manifestaciones simbólicas de una organización hacen alusión a la identidad visual y a su coherencia con la personalidad corporativa, es decir: a la misión, a la visión y a los valores. Así, el logotipo, el isotipo y la gama cromática deben representar en su correspondiente diseño tipográfico, icónico y cromático al núcleo ideológico². Después de todo, la identidad visual como lo sostiene van Riel (1997), tiene la capacidad de generar en menos tiempo muchos más impactos que cualquier

otra forma de auto-presentación que posea la organización, por esta razón es que los directivos prefieren aplicar una “manito de pintura” en lugar de encarar un verdadero cambio cultural como herramienta de gestión.

La estrategia aplicada para cambiar o mejorar la imagen de una PYMIS, deberá ser consecuente con los resultados del diagnóstico cultural hecho en los varios niveles de análisis.

Andrade (2002, pp. 94-95) propone la estrategia de la *administración de los recursos simbólicos* (ARS) para fortalecer la cultura corporativa de una organización y que bien puede ser aplicada para una PYMIS, tal estrategia rastrea los siguientes recursos simbólicos: (1) historia y mitología organizacionales, (2) personalidad corporativa, (3) ceremonias en donde se ensalzan los valores y creencias de la organización y (4) sus identificadores: logotipo, isotipo, gama cromática, tipografía, eslóganes, etcétera.

Sería legítimo ensayar la determinación del tipo de cultura de una PYMIS, según Scheinsohn (1996); luego, el análisis o diagnóstico cultural inspirado en Andrade (2002). Enseguida, se podría aplicar la estrategia ARS.

II. Materiales y métodos

Como ya se dijo la unidad de análisis son las PYMIS, siendo este un caso único como unidad principal. En esta fase empírica del estudio y para el caso que nos ocupa, es decir las PYMIS, se extrajo una muestra representativa para una población finita (Vásquez y Saltos, 2013), la misma que de acuerdo al muestreo de proporciones derivó en 380 encuestas, aplicadas a los propietarios de las PYMIS del Distrito Metropolitano de la ciudad de Quito.

Se estratificó la muestra de 382 PYMIS en cuatro subgrupos:

- 95 PYMIS de alimentos
- 95 PYMIS en textiles y confecciones
- 95 PYMIS en maquinaria y equipo, y
- 95 PYMIS en productos químicos.

De esta manera se mantuvo un equilibrio tanto en el giro de negocio como en el sector productivo al que pertenecen. El diseño contempló las siguientes fases:

- Cuestionario previo. En los cuatro subgrupos establecidos, se pasó un cuestionario de 20 preguntas, las mismas que fueron modificadas sobre la base del cuestionario de *análisis de cultura* propuesto por Fita (1999). De las 20 preguntas, 5 apuntaban hacia conocer el estado de las manifestaciones estructurales de las PYMIS, 5 hacia las manifestaciones conductuales, 5 hacia las manifestaciones materiales y 5 hacia las manifestaciones simbólicas.

- Análisis estadístico. Para determinar las prácticas culturales empresariales de la población de la muestra. Los 382 cuestionarios se introdujeron en el programa informático SPSS para obtener datos que brindaran la valoración de las tendencias del tipo de cultura en las PYMIS.
- Elección y preparación de los participantes. Como aliciente para participar en el estudio, se les ofreció como compensación diseñar una propuesta para consolidar y fortalecer el sistema cultural del sector, en caso de que la investigación arrojase resultados negativos. Después se les convocó a una sesión preparatoria en la que se pretendía: suministrarles todas las instrucciones relativas a la investigación, comprometerles en relación al nivel de importancia del estudio, analizar el contenido de los cuestionarios y firmar un posible acuerdo en donde se contemplaban sus obligaciones como sujetos de investigación.
- Preparación del material. La elaboración de las encuestas estuvo a cargo de los estudiantes Nataly Guamán y Vinicio Hidalgo, estudiantes de la carrera de Relaciones Públicas y Comunicación Organizacional de la Universidad Tecnológica Equinoccial, como parte de sus pasantías pre-profesionales, con la supervisión del responsable de la presente investigación.

III. Resultados

3.1 Valoración de las manifestaciones estructurales

El 95 por ciento de los objetos analizados poseen una estructura organizacional empírica discrecional³, sin núcleo ideológico definido, por lo tanto la autoridad, el liderazgo, el poder y la responsabilidad se centra en una sola persona, en su mayoría la propietaria o propietario, lo que convierte a la mayoría de las PYMIS en industrias carentes de manifestaciones estructurales. Tal como se aprecia en la figura 2.



Figura 2. Manifestaciones estructurales.

3.2 Valoración de las manifestaciones conductuales

En cuanto a las manifestaciones conductuales, el trabajo que realizan los operarios de este tipo de industrias es de carácter manual, técnico, y automatizado, lo que deriva en un aprendizaje mediante el entrenamiento diario de un supervisor, con la suficiente experiencia en el ramo, pero sin preparación en gestión empresarial. No existen programas de capacitación y desarrollo integral, programas de responsabilidad social interna y menos estudios sociolaborales, sociodemográficos y de desarrollo y capacitación. Ello conlleva a que este sector, por falta de conocimiento o porque consideran que no es necesario, no gestione eficientemente sus manifestaciones conductuales de su cultura organizacional. El 97 por ciento de la población analizada, por ejemplo, no cuenta con programas de capacitación integral. Ver figura 3.



Figura 3. Manifestaciones conductuales.

3.3 Valoración de las manifestaciones materiales

La infraestructura de la mayoría de las instalaciones, así como su inmobiliario de las PYMIS son adaptaciones de casas arrendadas, en las que apenas se cuentan con sitios de trabajo ergonómicos, no hay sitios o espacios que favorezcan el ingreso de personas con discapacidad, así como estudios de ergonomía y de salud ocupacional, lo cual afecta preponderantemente la cultura de este tipo de organizaciones en sus manifestaciones materiales. Esta deficiencia se aprecia en la mayoría de estos negocios, alrededor del 95 por ciento no cuentan con estudios de ergonomía y salud ocupacional. Así lo muestra la figura 4.



Figura 4. Manifestaciones materiales.

3.4 Valoración de las manifestaciones simbólicas

El 100 por ciento de los objetos analizados, no posee señalética, identidad visual definida, logotipo, isotipo y gama cromática acorde con su núcleo ideológico (ver figura 5), ello repercute indudablemente en la identidad de estos negocios y desde luego en su imagen externa visual.

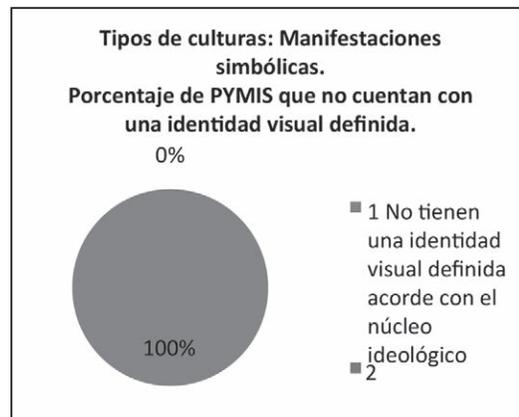


Figura 5. Manifestaciones simbólicas.

IV. Discusión

La mayoría de los encuestados, a pesar de que reconocen que la CO es importante, no la relacionan con el fortalecimiento de su gestión, puesto que no poseen ninguna estrategia sustentable o modelo de gestión de CO que conjugada con la filosofía de la organización pueda hacer que esta descolle sobremanera entre las demás.

Si bien es cierto, la mayoría de las PYMIS poseen acciones aisladas de CO, sobre todo en la gestión de su identidad visual, dicha práctica permanece aislada y no responde o no se encuadra dentro de un modelo de gestión de CO. Consideran factible el diseño de una estrategia permanente de CO, de modo que incremente su reconocimiento y notoriedad públicos.

Asimismo, en el presente análisis se determinó que existe un alto nivel de desconocimiento del término CO, no obstante la mayoría de los encuestados asocian el término con nociones tales como costumbres y tradiciones, lo que contrasta con la amplitud de la definición que se discutió en la primera parte de este trabajo.

La mayoría de los encuestados consideran importante que las PYMIS presenten prácticas de CO, ya que de esta manera se optimizaría la imagen del sector en sus *stakeholders*.

Asimismo, los encuestados coinciden en que en el sector de las PYMIS, no hay ni estrategias, ni políticas de cultura, identidad e imagen vinculadas a su gestión.

Por otro lado, un alto porcentaje de encuestados consideran que para que la percepción del sector mejore, éste debe procurarse asimismo, estrategias para la gestión de la cultura.

Finalmente, y de acuerdo a lo planteado en la referencia bibliográfica, el tipo de cultura que predomina es el de la cultura vegetativa en un 75%, en segundo lugar la cultura de autoclausura en un 20%, el 5% posee cultura pasivo-adaptativa, y ninguna PYMIS posee una cultura activo-adaptativa (ver figura 6), pues quienes dirigen las PYMIS, según lo planteado por Scheinsohn y Andrade, no gestionan sus manifestaciones culturales, y a pesar de que tienen claro su proyecto de empresa, no hay vinculación alguna entre éste y sus manifestaciones culturales.

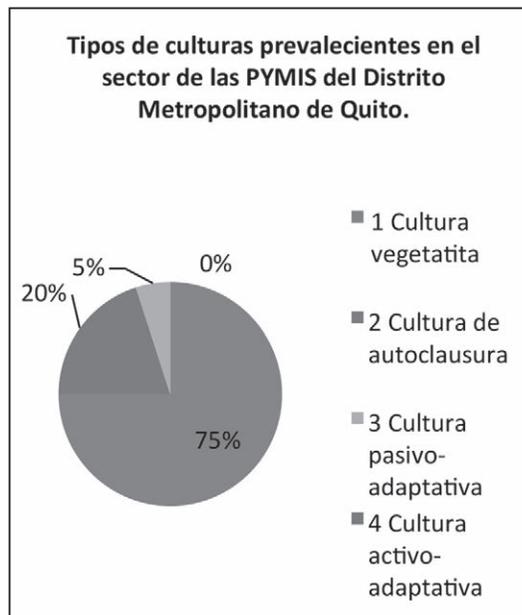


Figura 6. Tipos de cultura.

La CO en medios como el ecuatoriano, y particularmente en el de las PYMIS, no alcanza el nivel de modelo de gestión, tal como se sugiere a lo largo de este artículo. Las PYMIS se han acostumbrado a desarrollar prácticas de manera aislada sin que tengan que ver en principio, ni con nuevas tendencias de competitividad -que en efecto eso es también la cultura organizacional-, ni con estrategias de identidad y de imagen, de modo tal que el sector se beneficie de los réditos de poseer un modelo de gestión de CO.

En tal situación resulta complicado proyectar una imagen coherente y armónica en el sector, sobre la base de una estrategia de CO basada en los valores corporativos, precepto elemental para la gestión de ésta, de acuerdo con lo enunciado en la primera parte de este artículo.

V. Conclusiones

Las PYMIS, no definen estrategias relacionales con sus públicos vinculados con todo lo que ello conlleva, la única relación que les parece urgente gestionarla recurriendo a todos los mecanismos posibles, es la relación *unidireccional* con sus clientes reales y potenciales. No han podido determinar o descifrar la relevancia de la definición *stakeholders* o grupos de interés y no ven en la CO una herramienta decidora a la hora de gestionar su imagen en todos los niveles que ésta comporta.

El nivel de gestión de su cultura, yace estancado en un estado vegetativo, de acuerdo con los resultados de la investigación, y con ello una miopía generalizada en el sector sobre la importancia de la definición de CO, la misma que en la actualidad, tal como se manifestó en el fundamento de este trabajo consiste en que las organizaciones, en un marco de referencia traducido en los valores y las creencias corporativas, todo lo que hagan debe estar en estrecha relación con sus valores culturales, logrando así que la cultura de una organización se manifieste en lo estructural, conductual, material y simbólico.

La falta de identidad propia y una política de imagen profundizan aún más el problema en cuestión. No hay conciencia de los impactos de las actividades de las PYMIS, y menos un discernimiento claro de los tipos de relaciones sociales que deben emprender y mantener, pues no es lo mismo gestionar la cultura con sus grupos de interés internos (*relaciones primarias*), que con sus grupos de interés secundarios: clientes, proveedores, accionistas, inversores, socios, distribuidores, etc.; o con sus grupos de interés terciarios: la comunidad local, el sector público y la sociedad en general. Las expectativas difieren puesto que los intereses no son los mismos.

Hoy en día, ya no es suficiente gestionar la imagen de una organización o desarrollar un proyecto de empresa recurriendo a prácticas tradicionales del sistema fuerte de una organización (finanzas, producción, marketing, etc.), y menos posible todavía, si se considera que la imagen de una organización debe adaptarse a los nuevos desafíos determinados por la influencia del entorno, en el que la CO es una ya imperiosa necesidad que irá evolucionando a través de los tiempos, hasta convertirse

en una creencia corporativa de la gestión empresarial que debe ir inserta en el *core-business* (corazón del negocio) de una PYMI. Un modelo de gestión de cultura debe ser integral con la participación activa de los trabajadores, propietarios y demás *stakeholders*, que integradamente contribuyan a la construcción de la misión y la visión de una PYMIS. El desarrollo de planes y programas de gestión de CO deben ir acordes con las demandas del entorno y de sus *stakeholders* (*realidad corporativa*), contribuyendo así a potenciar las relaciones con todos los sectores que conforman el mapa de públicos de una organización y por ende el fortalecimiento de su imagen, partiendo siempre de la gestión de una cultura fuerte y bien consolidada, adaptativa y vinculada intencionalmente al entorno.

El fin último de una intervención de CO, es el de lograr que los grupos organizacionales, y una PYMIS como tal, se adapten al entorno en el menor tiempo posible enfrentando los cambios con la mayor cantidad de energía posible (*entalpía*), habida cuenta que el entorno se presenta muchas veces difuso, lo que conduce a una incertidumbre, que no permite a las organizaciones descifrarlo, subsecuentemente caen presas de una desorganización generalizada que afecta a todas sus estructuras (*entropía*). Visto así, una intervención de CO proporcionaría a las PYMIS, las siguientes posibilidades:

- Soporte para el logro de los objetivos de una PYMI.
- Dinamización de su CO.
- Facilita la aplicación de políticas para el acercamiento con sus *stakeholders*.
- Ampliación de horizontes relacionales.
- Infundir actitudes positivas.
- Motivación a la PYMIS en lo individual y en lo colectivo.
- Contribución a la comercialización de los productos de la PYMIS.
- Generación de imagen y reputación.
- Restauración de credibilidad, etc.

Existen modelos de gestión de CO, muchos de ellos basados en paradigmas tradicionalistas de gestión, que las PYMIS en busca del cambio podrían experimentar. Las PYMIS del siglo XXI, antes de optar por un modelo de intervención de CO, deberán entender que hoy la gestión del cambio debe ser visto como una suerte de *caorden* (caos y orden), Friedmann (2004).

Cabe preguntarse, si los modelos de gestión de CO permanecen en crisis de tendencias genéricas; o, si la generación de cambio que busca toda organización, más allá de un problema de entorno se convierte en una realidad organizacional, pues la noción de cambio sugiere certezas más precisas, prácticas o de contenido tecnológico y sistémico, mientras que abarca una comprensión más global u holística; a despecho de aquellas organizaciones que se reúsan al *window opportunities*: la gestión para el cambio (Friedmann, 2004).

Las intervenciones de CO como herramienta para generar aprendizaje e innovación en las PYMIS como en cualquier otra empresa, se usa para refinar y desarrollar acciones para un conjunto de metas y estrategias, en tanto elementos de una misión, con el fin de conseguir la visión de una organización, y que ya han sido consensuadas, no solo por sus propietarios, sino por todos sus colaboradores. La CO así, transformaría a toda la estructura organizacional de una PYMIS, con el objeto de emprender procesos o construir modelos (negentropía), para lograr compatibilidad, interdependencia y adaptabilidad intencional entre aquella y su supra y macrosistema (*homomorfismo*).

VI. Notas

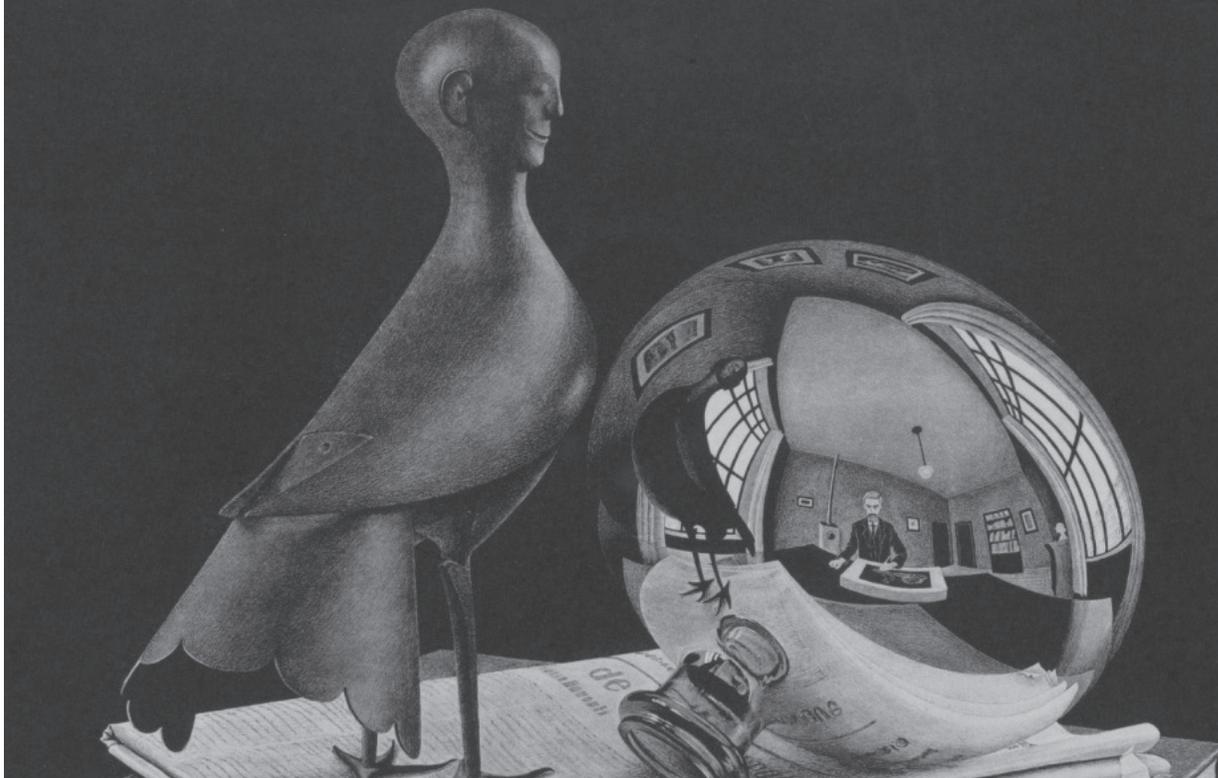
- 1 El término *stakeholder* lo acuñó R. Edward Freeman y lo definió como todas aquellas personas o entidades que pueden afectar o son afectados por las actividades de una empresa.
- 2 El núcleo ideológico de acuerdo con Nosnick (2002), es lo esencial y se fundamenta en la misión, visión y valores que debe tener una empresa.
- 3 Sistema organizacional cuya normatividad se da en términos de la voluntad, estado de ánimo y capacidad del líder organizacional.

VII. Referencias

- Alles, M. (2010). *Codesarrollo, una nueva forma de aprendizaje para alcanzar la estrategia organizacional*. México: Trillas.
- Andrade, H. (2002). Cultura organizacional, administración de recursos simbólicos y comunicación. En C. Fernández, *Comunicación en las organizaciones* (pp. 88-94). México: Trillas.
- Andrade, H. (2008). La cultura como creación de significados compartidos. En M. Rebeil, *Comunicación estratégica en las organizaciones* (pp. 227-239). México: Trillas.
- Daft, R. (2007). *Teoría y diseño organizacional*. México: Cengage Learning Editores S.A.
- Goodstein, L, Nolan, T Y Pfeiffer, J. (2004). *Planeación estratégica aplicada*. Santa Fe de Bogotá: McGraw-Hill.
- Fita, J. (1999). *Comunicación en programas de crisis*. Barcelona: Gestión 2000.
- Friedmann, R. (2004). *Gestión y organización de empresas en el siglo XXI: La aventura postmoderna*. Chile: Ril.
- Nosnick, A. (2002). El análisis de sistemas de comunicación en las organizaciones: 10 Años después. En C. Fernández, *La comunicación en las organizaciones* (pp. 111-138).
- Rebeil, M. (2008). *Comunicación estratégica en las organizaciones*. México: Trillas.
- Scheinsohn, D. (1996). *Comunicación estratégica: management y fundamentos de la imagen corporativa*. Buenos Aires: Ediciones Macchi.

- Van Riel, C. (1997). *Comunicación corporativa*. Madrid: Editorial Prentice Hall.
- Vásquez, L. y Saltos N. (2013). *Ecuador su realidad*. Quito: Fundación Peralta.
- Ventura, J. (2001). Comunicación corporativa. En J. Benavides; J. Costa; P. O. Costa; A. Fajula; P. Furst; E. Liria; et al. *Dirección de comunicación empresarial e institucional* (pp. 164-218). Barcelona: Gestión 2000.com





Oferta y demanda de profesionales de pedagogía de los idiomas nacionales y extranjeros-inglés en el marco del “Proyecto de Nuevo Diseño de la Malla Curricular” Facultad de Filosofía Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador.

Juan José Caicedo Sánchez; Piedad Gisela Mejía Gavilánez; Lucila Agustina Castro Carrillo

Estrategias y metodología en la resolución de problemas de aplicación de la física
Héctor Oswaldo Espín Garzón; Franklin Molina Jiménez

Impacto de los recursos multimedia como estrategia de enseñanza y aprendizaje de la física experimental. Caso de estudio ley de Ohm y resistividad
Santiago Poma; Guillermo Rubén Terán Acosta

La influencia de las nuevas tecnologías en el desarrollo psicosocial de los niños y niñas de la segunda infancia.
María Gabriela Arévalo Tapia

El fortalecimiento de las Competencias Matemáticas y el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación en estudiantes universitarios
Diego Fernando Zavala Urquizo; Karlita Elizabeth Muñoz Correa

Gestión de liderazgo de directivos y desempeño del Docente-Investigador en la Educación Superior: Retos e interrogantes
Andrea Rocío Terán Tapia; Diego Javier Terán Tapia

Uso de plataformas virtuales como herramienta de apoyo didáctico en el proceso de aprendizaje

Yolanda Azucena Borja López; Gonzalo Federico Gutiérrez Constante; Fátima Aurora Haz López

El género y la matemática

José Guillermo Llumitasig Toapanta

La actitud emprendedora en la formación académica de los estudiantes universitarios

Karlita Elizabeth Muñoz Correa; Diego Fernando Zavala Urquiza

Aplicación de Google en el proceso enseñanza aprendizaje en estudiantes de Educación Media, medida mediante una encuesta en el Colegio Pomasqui Quito, 2017.

Víctor Hugo Zapata Achig

Oferta y demanda de profesionales de pedagogía de los idiomas nacionales y extranjeros-inglés en el marco del “Proyecto de nuevo diseño de la malla curricular”, Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación

Juan José Caicedo Sánchez

Universidad Central del Ecuador
jjcaicedo@uce.edu.ec

Piedad Gisela Mejía Gavilánez

Universidad Central del Ecuador
pgmejia@uce.edu.ec

Lucila Agustina Castro Carrillo

Universidad Central del Ecuador
lucycastroc53@hotmail.com

Recibido: 02 de septiembre / *Aprobado:* 15 de octubre 2017

Resumen

El presente artículo tiene como objetivo justificar la oferta y demanda de profesionales de pedagogía de los idiomas nacionales y extranjeros-inglés en el marco del “Proyecto de nuevo diseño de la malla curricular” de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador, en el periodo académico 2016-2017. La metodología consistió en recopilar información en la secretaría de la carrera, Oficina Universitaria de Estudiantes (OUDE) y la Subsecretaría de Educación de la Zona 9. Se verificó que laboran 18.316 maestros correspondientes al ejercicio fiscal 2015 y son profesores de distintas especializaciones. De estos, 1.003 son profesores

de inglés, de los cuales 843, el 84%, se encuentran registrados en la SENESCYT, mientras que 160, el 16%, no se encuentran registrados. Finalmente, los niveles de remuneración de los profesores se ubican entre \$ 430 y \$ 1.086.

Palabras clave: oferta, demanda, rediseño curricular, justificación, distrito.

Abstract

The objective of this article is to justify the supply and demand of Pedagogy Professionals of the National and Foreign Languages-English within the framework of the “New Design of the Curriculum Map Project” at Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador, in the academic period 2016-2017. The methodology consisted in collecting information in the career secretariat, the Student University Office (OUDE) and the Undersecretary of Education in Zone 9. It was verified that 18,316 teachers work for the fiscal year 2015 and are teachers of different specializations. Based on this database, 1,003 are English teachers, of which 843, 84%, are registered in the SENESCYT, while 160, 16%, are not registered. Finally, the remuneration levels of the professors are between \$ 430 and \$ 1.086.

Keywords: supply, demand, curricular redesign, justification, district.

Introducción

Los procesos académicos en la educación superior del Ecuador se desarrollan bajo la rectoría de la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) que fue expedida la fin de establecer un marco jurídico adecuado para la formación de capital humano y una educación de excelencia (SENPLADES, 2012). Este marco jurídico justifica la necesidad de formación de profesionales innovadores en ciencia y tecnología, que posean el dominio de un idioma extranjero y contribuyan efectivamente al país.

El Reglamento de Armonización de la Nomenclatura de Títulos Profesionales y Grados Académicos que confieren las instituciones de educación superior (RPC-SO-2 7 -NO.289-20 14) implementa en el Ecuador esta nueva ordenación académica que también es adoptada por la carrera de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros-Inglés tocante a la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad Central.

La matrícula real en la carrera de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros-Inglés, contabilizada en el periodo 2011-2017, muestra que ha tenido un incremento real del 25% en seis años, y un 72% de crecimiento estimado, proyectado para 5 años (tabla 1).

Tabla 1. Proyecto de matrícula 2025

Proyección de la matrícula 2025		
Año	Período I	Período II
2011	261	423
2012	367	407
2013	540	649
2014	736	797
2015	978	1141
2016	1288	1420
2017	1539	1646
2018	1742	1829
2019	1907	1977
2020	2040	2097
2021	2148	2194
2022	2236	2273
2023	2307	2338
2024	2365	2389
2025	2411	2431

Fuente: Secretaría de la carrera de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros-Inglés.

Elaboración: Autores

En este contexto se desarrolló el *Proyecto de nuevo diseño de la malla curricular* (2015) y se formaliza la justificación de la pertinencia académica y presencia social del “Campo amplio y específico de educación, campos detallados: Formación para docentes sin asignaturas de especialización; carrera de grado: Pedagogía de los idiomas nacionales y extranjeros-Inglés” (RPC-SO-27-No.289-2014). En concordancia con este proceso y tomando como periodo de análisis los años lectivos 2014-2015, 2015-2015 y 2015-2016 se realizó el estudio de empleabilidad y la demanda de profesores de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros-Inglés. Para ello se utilizó una muestra proporcionada por la Subsecretaría de Educación de la Zona 9 del Distrito Metropolitano de Quito, con lo que se pretende determinar las condiciones de empleabilidad en el sector educativo local y las áreas de desempeño de los profesores graduados y egresados de la carrera de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, que en el periodo académico 2016-2017 implementó la nueva malla curricular.

El análisis de empleabilidad y la demanda de profesores de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros-Inglés de la Zona 9 permitió conocer la disponibilidad de maestros de inglés especializados, la remuneración promedio percibida por los maestros de inglés; y la contribución de la carrera de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros-Inglés de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación en la formación de profesores que necesita la Zona 9.

El propósito que ha motivado este trabajo, ha sido evidenciar que la carrera de Inglés (Rediseño 2012) se siente comprometida con la sociedad y la comunidad educativa del Ecuador, pero que además viene desarrollando un mecanismo de monitoreo periódico de la evolución profesional de los graduados de inglés y particularmente de educadores titulados en esta carrera.

Métodos

El proceso metodológico desarrollado consistió en recopilar información en la secretaría de la carrera, Oficina Universitaria de Estudiantes (OUDE), los distritos Educativos del Distrito Metropolitano de Quito y la Subsecretaría de Educación de la Zona 9.

El estudio de campo se realizó con la información obtenida durante la semana del 23 al 27 de marzo del año 2015, y fue necesario visitar 9 jurisdicciones de la Zona 9 del Distrito Metropolitano de Quito. Además, se tomó información de la secretaría de la carrera de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros-Inglés. La información corresponde a 18.316 maestros (Universo) que laboran en el Distrito Metropolitano de Quito, considerados en el ejercicio fiscal de 2015.

La base de datos, recibido de la OUDE en diciembre de 2015, fue un archivo en formato Excel que contenía 139 registros personales y profesionales de graduadas y graduados que más adelante fueron corroborados con quienes trabajaban en el periodo de análisis referido a los años 2014-2015, 2015-2015 y 2015-2016

Además se realizó el proceso de revisión de graduados registrados en el sistema OUDE/SAU-bi y su verificación en los libros de Actas de Grado de la Facultad, y se corroboró en el sistema de verificación de títulos de la SENESCYT.

Resultados

Según el registro de profesores de la Zona 9, Distrito Metropolitano de Quito, se verifica que laboran 18.316 maestros (Subsecretaría Educación Zona 9). El 100%, corresponde al ejercicio fiscal 2015 y son profesores de distintas especializaciones e inglés, la cuantía tiene una frecuencia y un porcentaje que se detalla a continuación:

Tabla 2. Docentes de inglés y otras especialidades

Profesiones o Especializaciones	Frecuencia	Porcentajes
Inglés	1003	5%
Lengua y Literatura	1311	7%
Matemática, Física	1162	6%
CC.SS, Historia	1132	6%
CC.NN, Biología	992	5%
Computación	101	1%
Contabilidad, Administración, Gestión	105	1%
Cultura Física	104	1%
Otras Materias	8213	45%
No específica	4193	23%
Total	18.316	100%

Fuente: Secretaría carrera Inglés, Subsecretaría Educación Zona 9, ejercicio fiscal 2015.

<http://www.educacionsuperior.gob.ec/consulta-de-titulos/>

Elaboración: Carrera Inglés

Se puede observar la diversidad de especialización que conforma la estructura de profesores que ejercen la docencia en la Zona 9. El 100%, 18.316 maestros, se puede considerar como el universo; 1.003 maestros que imparten la asignatura de inglés, o sea el 5%, corresponde a la muestra. La diferencia 13.120 (72%) se ubican en otras asignaturas y 4.193 profesores (23%) no especifican la asignatura que imparten.

De los 1.003 profesores de inglés que representan la muestra poblacional del presente estudio, existen 843 docentes, es decir, un 84% de la muestra que se encuentran registrados en la SENESCYT porque disponen de título académico; mientras que 160 docentes, el 16% de la muestra, no se encuentran registrados. Esta información fue tomada de la secretaría de la carrera de Inglés, de la Subsecretaría de Educación Zona 9, ejercicio fiscal 2015, y de la página web de la SENESCYT (<http://www.educacionsuperior.gob.ec/consulta-de-titulos/>).

Tabla 3. Graduados por años periodo 2010-2015

Años que incorpora el registro	Frecuencia	Porcentajes
Año 2010	77	41%
Año 2011	27	14%
Año 2012	28	15%
Año 2013	14	7%
Año 2014	37	20%
Año 2015	5	3%
Total	188	100%

Fuente: Secretaría Carrera Inglés, Subsecretaría Educación Zona 9, Ejercicio Fiscal 2015 y la página <http://www.educacionsuperior.gob.ec/consulta-de-titulos/>

Elaboración: Carrera Inglés.

Se puede verificar que en el año 2010 hubo una importante formación de graduados, el 41%; a partir de ese año, se nota una disminución relativa de graduaciones de profesores; 14, 15, 7%, en los años 2011, 2012 y 2013, respectivamente; y un ligero incremento en el año 2014, con el 20%. Mientras que en el año 2015 la cuantía ha disminuido a 5 profesores, equivalente al 3%.

La averiguación de maestros que laboraron el año escolar 2015 ha sido tomada de los datos iniciales, por lo que todas las graduaciones producidas en los meses del año 2015 no constan en este registro y este informe. Sin embargo, en forma agregada, a junio de 2016 se registraron 594 graduados (secretaría de la carrera de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros-Inglés).

En referencia a la tabla 3. Los profesores del área de Inglés que se gradúan en la carrera de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros-Inglés de la Facultad de Filosofía de la Universidad Central de Ecuador están laborando en los diferentes niveles de educación como se detalla a continuación:

- 83 profesores que corresponden el 44%, trabajan en el Bachillerato;
- 85 profesores que equivalen al 51%, trabajan en Educación General Básica (EBG 1ro-10mo); y se desconoce en qué laboran 10 profesores que corresponde al 5%.
- Observando la composición de maestros por género, se verifica una mayor presencia de mujeres 147 igual al 78% en contraste con 41 hombres equivalente al 22%. Toda esta información suma un total de 188 docentes de la zona 9, la cual fue tomada de la secretaría de la carrera de Inglés, de la Subsecretaría Educación zona 9, ejercicio fiscal 2015 y de la página <http://www.educacionsuperior.gob.ec/consulta-de-titulos/>

Tabla 4. Remuneración

Remuneración	Frecuencia	Porcentaje
\$ 430,00	1	0%
\$ 675,00	11	6%
\$ 817,00	162	86%
\$ 901,00	4	2%
\$ 986,00	5	3%
\$ 1.086,00	5	3%
Total	188	100%

Fuente: Secretaría Carrera Inglés, Subsecretaría Educación Zona 9, Ejercicio Fiscal 2015, y la página <http://www.educacionsuperior.gob.ec/consulta-de-titulos/>

Elaboración: Carrera Inglés

El 86% de profesores tienen un sueldo de \$ 817.00 mientras que solo el 3% consiguen un sueldo de \$ 1.086.00, mientras que el menor sueldo que podemos destacar es de \$ 430,00 que corresponde al 0%.

Discusión

La relación entre las condiciones de la demanda y la oferta en el sector educativo local en el periodo académico 2016-2017 y las áreas de desempeño de los profesores graduados y egresados de la carrera de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación del sector educativo especializado en el campo ocupacional que la demanda exige. Se puede indicar el posicionamiento académico y social alcanzado por esta carrera. Al respecto, se ha verificado científicamente que:

- Una importante planta de profesores del área de Inglés que obtuvieron los títulos en la Universidad Central, aportan en la educación de estudiantes de las diferentes secciones en la Zona 9, que corresponde al D.M.Q.
- Un alto porcentaje de profesionales, el 84% posee un título universitario de Inglés, en contraste con un 16% que no se encuentran registrados en la SENES-CYT; se puede presumir que no poseen un título universitario, sin embargo este 16% de profesores se encuentran impartiendo clases de inglés.
- Los profesionales que obtienen el título en Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros-Inglés en la proporción en la que se gradúan por año respectivamente tienen asegurada una plaza de trabajo en los diferentes niveles y secciones del sistema educativo metropolitano y ecuatoriano vigente.
- La mayoría de profesores que enseñan inglés son mujeres y la menor parte son hombres, sin embargo indistintamente son necesarios para la educación.

La implementación del nuevo diseño curricular y comportamiento de la matrícula

La carrera de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros-Inglés viene implementando el nuevo diseño curricular desde el período semestral 2017-2017, al respecto, en el primer semestre, el comportamiento de la matrícula y promoción de los estudiantes al segundo semestre indica que existe interés de los bachilleres graduados en el Distrito Metropolitano de Quito en pertenecer a la carrera de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros-Inglés.

Tabla 5. Matrícula neta y promoción en el período marzo-agosto 2017.

Semestre	Paralelos	Registrados	Aprobados	Reprobados	Total
Primero	"A"	35	34	1	35
Primero	"B"	35	35		35
Primero	"C"	29	28	1	29
Total					99

Fuente: Secretaría de la carrera pedagogía de los Idioma Nacionales y Extranjeros – Inglés.

Elaboración: Autores.

Cursaron 99 estudiantes en tres paralelos de 33 cada uno. Relacionando la matrícula neta observada en el primer semestre del año 2017 con la proyección de la misma planteada en el Proyecto de Rediseño Curricular que se hace referencia al inicio del presente estudio, demuestra que la demanda de cupos de parte de los bachilleres para pertenecer a la carrera se mantiene elevada y con un alto grado de preferencia.

Para la presente fecha, octubre 2017, con el inicio del nuevo periodo académico 2017-2018 en el primer semestre se han matriculado 103 estudiantes y se han divididos en 3 paralelos, dado el incremento ha sido necesario ubicarles en el edificio de Comercio por la falta de espacio físico en el edificio central.

En este periodo, en los 9 semestres cursan 530 estudiantes, de esos contamos con 350 mujeres igual al 66,1%, y 180 varones correspondiendo al 33,9%. Su número es relativamente inferior que la demanda estimada en el rediseño (tabla 1). La falta de aulas (espacio físico) se explica por la preferencia de interesados y elección progresiva de postulantes para estudiar en esta carrera.

Referencias

Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación (CEAACES). (2014). *Reglamento de Armonización de la Nomenclatura de Títulos Profesionales y Grados Académicos del Ecuador.*

- (2010). *Ley Orgánica de Educación Superior (LOES)*. Quito.
- Facultad de Filosofía. (2015). Proyecto de Rediseño Curricular de la Carrera de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros-Inglés.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2014). *Acuerdo No. 0041-14*. Obtenido de <http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/ACUERDO-041-14.pdf>
- (2014). *Acuerdo 052-14*. Obtenido de <http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/ACUERDO-052-14.pdf>
- Presidencia de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). (2012). *Transformación de la Matriz Productiva. Revolución productiva a través del conocimiento y el talento humano* [Folleto Informativo]. Quito: SENPLADES.
- (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir: 2013-2017*. Obtenido de <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%202013-2017.pdf>

Archivos

- Estudio de Empleabilidad de los Profesores de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros-Inglés, periodo 2014-2015, 2015-2015, 2015-2016. Muestra: Distrito Metropolitano de Quito.
- Secretaría de la carrera de Inglés de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador.
- Subsecretaría de Educación de la Zona 9, ejercicio fiscal 2015.

Estrategias y metodología en la resolución de problemas de aplicación de la física

Héctor Oswaldo Espín Garzón

Universidad Central del Ecuador
hoespin@uce.edu.ec

Franklin Molina Jiménez

Universidad Central del Ecuador
femolina@uce.edu.ec

Recibido: 01 de septiembre / *Aprobado:* 30 de noviembre 2017

Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad realizar un breve análisis de cómo los estudiantes utilizan las distintas estrategias para resolver los problemas en la asignatura de Física. Se muestra el enfoque teórico que permite determinar y explicar las dificultades que se tienen para resolver problemas planteados, subsiguientemente se presenta la propuesta de George Polya sobre la solución de problemas, lo que permite desarrollar estrategias dirigidas para la solución de los mismos. Se finaliza con la exposición de sugerencias que el estudiante debe considerar para enfrentar los problemas de física sin dificultad alguna y se plantea un problema que permita aplicar lo expuesto por Polya, además se comprueba su solución de manera virtual con una simulación.

Palabras clave: problemas de matemática y de física, resolución de problemas, estrategias para resolver problemas.

Abstract

The present work has the purpose to do a brief analysis about how students face the process to solve problems in Physics. The theoretic approach that allows to determine

and explain the difficulties that exist to solve proposed problems. Subsequently George Polya's proposal is introduced, which allows the developing of strategies to solve them. It finishes with suggestions which the students must consider to face problems on physics without any difficulty. This work also establishes a problem that allows to apply Polya's proposal and proves a solution through virtual simulation.

Keywords: physics and math problems, problems resolution, strategies to solve problems.

Introducción

De acuerdo a la Real Academia de la Lengua, problema es el planteamiento de una situación cuya respuesta desconocida debe obtenerse a través de métodos científicos, es decir debemos seguir ciertos pasos rigurosos para poder dar solución a la situación que se nos presenta. Para las personas que se dedican al estudio de las ciencias exactas, como las matemáticas, geometría plana, geometría analítica, cálculo y en las ciencias naturales como la física el resolver un problema significa horas dedicadas a un trabajo. El deseo de resolver los problemas de nuestro universo, ha sido el mayor estímulo para el progreso de los seres humanos. Los hombres y mujeres dedicados a la ciencia buscan esencialmente resolver y proponer problemas que contribuyan al desarrollo de la humanidad.

La información utilizada ha sido obtenida de diferentes fuentes bibliográficas que ha permitido cotejar los datos de forma inclusiva y exclusiva con el fin de conocer cómo los estudiantes universitarios deben afrontar y resolver un problema de la asignatura de Física.

La situación actual

El mundo en el cual habitamos se caracteriza por tener rápidos cambios que son complejos e inciertos cada día, razón por la cual la formación académica que deben recibir los estudiantes en los centros educativos de nivel superior, debe estar orientada a desarrollar destrezas de comunicación, adaptación a nuevas situaciones sociales, económicas, al deseo de aprender en forma continua y la capacidad para resolver problemas. A partir de esta realidad nos podemos plantear la siguiente interrogante: ¿Qué tipo de enseñanza será adecuada para prepararlos para este mundo relativamente desconocido? (Hodson, 2003).

La enseñanza aprendizaje de conocimientos es un proceso relativamente complejo en el cual los padres, madres de familia y específicamente todos los docentes universitarios estamos involucrados desde el momento que los educandos ingresan al sistema educativo ecuatoriano. Uno de los aspectos en los cuales nuestros estudiantes están involucrados y que será tratado en este artículo es la dificultad que los educandos tienen para resolver problemas en general y concretamente problemas de física.

Los maestros debemos estar conscientes de que en los niveles de educación general básica y en el bachillerato, el currículo y los planes de estudio de matemáticas y física que posee el Ecuador están elaborados para que los estudiantes puedan resolver problemas, pero solo el 38% de los estudiantes de sexto grado de la educación general básica media lograron resolver los ítems relacionados a problemas simples en la prueba TERCE (Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo), y el 34% de estos estudiantes lograron resolver los ítems relacionados a los problemas complejo, según concluyó el estudio “Aportes para la enseñanza de la Matemática”, realizado por la Unesco en América Latina en el año 2016 (Unesco, 2016).

Una institución ecuatoriana que busca promover una educación de excelencia a través de la evaluación integral al Sistema Nacional de Educación es el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL), el cual al entregar los resultados de la evaluación Ser Bachiller ciclo 2016-2017 indicó que el porcentaje de aciertos corresponde solo al 46% de los ítems en la resolución de problemas matemáticos a nivel nacional.

Datos que nos permiten confirmar que el verdadero problema, es el que nos hemos olvidado de cómo enseñar a resolver problemas a nuestros estudiantes. Causando que estos jóvenes, cuando llegan a la universidad deban enfrentarse a resolver problemas complejos y en ocasiones muy complejos para su comprensión.

Otro aspecto fundamental que se considera en el proceso enseñanza-aprendizaje de la física es relacionar los problemas y los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, con procesos experimentales y prácticos desarrollados en el Laboratorio de Física, para comprobar científicamente las leyes y principios físicos que rigen a la naturaleza.

En la Universidad Central del Ecuador, la investigación realizada por el PhD Guillermo Terán Acosta, “Enseñanza de la física experimental en la educación superior desde una perspectiva crítica. Caso: Estudiantes UCE”, en el proceso cruce de variables Facultad versus Prácticas de laboratorio que permiten reforzar el aprendizaje en la Física Experimental, los criterios expresados por los informantes clave, en un porcentaje acumulado del 36,3% correspondiente a la Facultad de Ciencias Química y del 33,6 % de la Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática, determinaron que las prácticas de laboratorio como investigación conducen a la construcción de nuevos aprendizajes en el contexto de resolución de problemas. (Terán, 2015).

Debemos estar conscientes que resolver ejercicios con los estudiantes en las instituciones educativas, no es lo mismo que resolver un problema. Los ejercicios que se desarrollan en el aula universitaria y que también son considerados como parte en el proceso de evaluación son los que al ser leídos de manera general ya se sabe qué se debe realizar para resolverlos, se conoce de antemano el proceso de solución, la meta principal es emplearlo en una situación concreta, de una manera mecánica, los procedimientos, técnicas generales y específicas ya han sido desarrollados previamente con los estudiantes, permitiendo establecer tareas o actividades perfectamente definidas.

Mientras que los problemas necesitan ser leídos con atención para poder entenderlos correctamente, se puede intuir su solución pero se debe analizar el proceso a seguir, la meta principal es el organizar y relacionar todos los conocimientos adquiridos y desarrollados de forma analítica, lo que permite en el educando despertar actitudes y aptitudes para dar solución al problema planteado.

Los jóvenes que se dedican al estudio de la física, a pesar de ser una ciencia natural y que puede ser verificada utilizando procesos experimentales, también tienen que enfrentarse a resolver problemas de tipo instruccional que cambian su dificultad según el grado de experiencia por parte del que los resuelve, ya que pueden haber

problemas diseñados específicamente para lograr aprendizajes y realizar evaluaciones de aprendizajes, según lo señala Buteler, L. (2003). Nuestros estudiantes universitarios se enfrentan a resolver problemas básicos relacionados con la transformación de unidades en los diferentes sistemas o problemas complejos relacionados con la estática, la cinemática y la dinámica en los cuales ellos muestran muchas dificultades para resolverlos.

Dificultades en resolver un ejercicio de física

Debemos estar claros que un problema matemático o físico representa una dificultad o una situación compleja para el estudiante, la cual es presentada por medio de un lenguaje verbal que contempla una situación real o hipotética, en la que el estudiante para dar la solución correcta, debe aplicar una serie de procesos y capacidades cognitivas.

Estas capacidades cognitivas deben ser desarrolladas y estimuladas en todos los niveles de las instituciones educativas tales como: las analíticas, las creativas y las prácticas.

El proceso de razonar consiste en un conjunto de habilidades y destrezas utilizadas para resolver problemas matemáticos, físicos y cotidianos, esta afirmación es compartida por Sternberg y Swerling (1999) quienes señalan: “Lo más importante en la enseñanza es el equilibrio. Los alumnos deben tener la oportunidad de aprender por medio del razonamiento analítico, creativo y práctico. No existe una única forma correcta de enseñar o de aprender”. (Sternberg y Swerling, 1999), p. 125.

Los maestros deberíamos enseñar y evaluar las capacidades analíticas cuando los estudiantes comparan, analizan, argumentan y critican; las capacidades creativas cuando los estudiantes elaboran, inventan, imaginan, diseñan y anticipan; las capacidades prácticas cuando los estudiantes aplican, manipulan, utilizan y demuestran.

Y es cuando debemos realizarnos esta interrogante, ¿Desarrollamos estas capacidades cognitivas en nuestros estudiantes?; la respuesta nos indicará el porqué nuestros educandos no están en la capacidad para resolver problemas con facilidad.

Comprender el problema

Para poder resolver los problemas debemos utilizar los procedimientos cognitivos que son utilizados de forma intencional, permitiendo desarrollar estrategias didácticas orientadas a discernir los contenidos aprendidos en el aula y utilizarlos como aporte científico en la solución de este.

Para Hoc (1878) un “problema es la representación de un sistema cognitivo construido a partir de una tarea, sin disponer inmediatamente de un procedimiento admisible para alcanzar el objetivo”. El problema nos enfrenta a la construcción de la representación de una tarea que es lo que llamamos comprensión, mientras que la construcción del procedimiento constituye la estrategia para resolver un problema.

El comprender cómo resolver un problema involucra procesos cognitivos y motivacionales genéricos vinculados con el procesamiento de información, búsqueda, selección, adquisición, interpretación, análisis y comunicación de la información.

También debemos considerar que el comprender cómo resolver un problema involucra tomar decisiones en las que debemos considerar aplicar la experimentación, el ensayo error, buscar analogías y que si es necesario debemos revisar, evaluar y modificar lo aplicado en procura de llegar a la solución adecuada.

Materiales y métodos

Estrategias para resolver los ejercicios

En este contexto las estrategias de resolución de problemas matemáticos o físicos serán entendidas como un conjunto de formas por medio de las cuales, siguiendo una serie de pasos ordenados se puede lograr comprender, representar, diseñar un plan de acción, aplicar dicho plan y luego comprobar si dicho resultado tiene consistencia lógica desde los pasos aplicados o desde el sentido común (Beck, 1999).

Los modelos de resolución de problemas, apegados a los procesos matemáticos avanzados son los de Schoenfeld, Polya, Mason, Burton. (Molero M, 2017). En este trabajo se considera los aportes desarrollados por uno de los autores considerado como el padre de las estrategias para la solución de problemas como es el Húngaro, George Polya nacido en 1887, quien obtuvo su doctorado en la Universidad de Budapest. Fue maestro en el Instituto Tecnológico Federal en Zurich, Suiza. En 1940 estuvo en la Universidad de Brown en E.U.A. y luego en 1942 en la Universidad de Stanford, murió a la edad de 97 años en 1985.

Polya señaló que para entender una teoría, se debe conocer cómo fue descubierta, ponía énfasis en el proceso de descubrimiento y en el desarrollar ejercicios apropiados. Publicó el libro: *Cómo plantear y resolver problemas* (Polya, 1981), en el que introduce el método para la solución de problemas que consta de cuatro pasos:

1. Entender el problema: Leer el enunciado varias veces, hasta entenderlo y determinar los datos e incógnitas.
2. Configurar un plan: Comprendido el problema se elige la estrategia a seguir para resolverlo, algunas de las cuales pueden ser: buscar semejanza con otros problemas, realizar un gráfico, analizar todas las posibilidades, determinar una buena notación, ensayo error, proceso hacia atrás, usar un software adecuado.
3. Ejecutar el plan: Aplicar la estrategia escogida, pero si existe dificultad, aplicar otra estrategia diferente hasta llegar a la solución.
4. Mirar hacia atrás: Una vez resuelto el problema, examinar todo el proceso realizado desde el inicio hasta el final, reflexionar sobre el proceso realizado y redactar en forma verbal el proceso que llevó a la solución.

Metodología propuesta para resolver un problema de física

La propuesta de Polya no es la única, ya que existen muchos autores que presentan otras, las que comparten estrategias comunes en lo referente a los pasos descritos anteriormente (Polya, 1981), sin embargo debo reiterar que cada docente debe contextualizar y aplicar esta estrategia de acuerdo al medio, estilo cognitivo y estrategia de aprendizaje de sus estudiantes.

Esta estrategia puede ser utilizada en el proceso de solución de problemas de física, sin embargo debemos especificar que en el paso dos, configurar un plan debemos también tomar en cuenta realizar un diagrama con incógnitas en el que se exprese el texto del problema con sus respectivas variables y unidades de medida, establecer las relaciones entre los distintos parámetros que intervienen en el problema, plantear las ecuaciones físicas a ser utilizadas, además dependiendo del problema representarlo con elementos del medio en procura de analizarlo en forma experimental. En el cuarto paso se debe considerar el interpretar el resultado obtenido para verificarlo mediante una simulación virtual que valide las leyes y principios físicos utilizados y su aplicabilidad en situaciones de la vida cotidiana.

Resultados

Aplicación del método de polya en la resolución de un problema sobre vectores

Uno de los principales obstáculos estriba en el hecho de que, en realidad, no se enseña a resolver problemas, es decir, a enfrentar situaciones desconocidas, ante las cuales el resolvente se siente inicialmente perdido, sino que los profesores explicamos soluciones que nos son perfectamente conocidas y que, por supuesto, no nos generan ningún tipo de dudas ni exigen tentativas, Martínez-Torregrosa (1987), Dumas-Carré (1987), afirmaciones que serán contrastadas con la aplicación en un problema utilizando el método de Polya en el capítulo correspondiente a vectores.

El problema analizado señala que desde la base de un edificio E se ubica la terraza de otro edificio F a una distancia de 120 m en dirección NO, con un ángulo de elevación de 37° , desde esta terraza se ubica la terraza F de otro edificio G a una distancia 100 m en dirección $0,5\vec{i} - 0,24\vec{j} + n\vec{k}$. Si los tres edificios están contruidos en el mismo plano X-Z, determinar:

- El número de pisos de cada edificio, si se conoce que cada piso tiene una altura de 3 m, y que el edificio E es 6 m más bajo que el edificio G.
- La mínima distancia que deberá recorrer una persona si desea ir de E a F, luego a G y regresar a E.

Proceso de solución del problema

En el primer paso se debe entender el problema, leerlo varias veces y determinar los datos e incógnitas.

Datos

Vectores de posición:

$$\mathbf{r}_1 = (120 \text{ m}; NO: +37^\circ)$$

$$\mathbf{r}_2 = 100 \text{ m} (0,5\mathbf{i} - 0,24\mathbf{j} + n\mathbf{k})$$

Altura de un piso $h = 3 \text{ m}$

Altura de un edificio: H_n

$$H_E = H_G - 6 \text{ m}$$

Incógnitas:

a) Número de pisos de cada edificio

$$h_E = ?$$

$$h_G = ?$$

$$h_F = ?$$

b) La mínima distancia que debe recorrer una persona si desea ir de E a F , luego a G y regresar a E

$$d = |\mathbf{r}_{1xz}| + |\mathbf{r}_{2xz}| + |\mathbf{r}_{3xz}|$$

En el segundo paso se configura un plan para la solución del problema, partiendo de realizar un gráfico que permita visualizar los elementos de este. El análisis del problema determina que se debe calcular el vector posición uno, que está dirigido desde el edificio E hasta el edificio F, transformando el vector que está representado en la forma polar a la forma vectores base. Luego se calcula la componente en z del vector unitario, correspondiente al vector posición dos, en el que se aplica la definición de módulo de un vector unitario, el cual afirma que la suma del cuadrado de sus componentes es igual a uno. Con esta información obtenemos el vector posición dos que está dirigido desde el edificio F al edificio G, para lo cual se multiplica el vector unitario obtenido con la distancia entre los dos edificios que es 100 m. Para determinar el vector posición tres que está dirigido desde el edificio G hasta el edificio E, se suman vectorialmente los vectores posición dando como resultado el vector nulo, ya que vectorialmente, el desplazamiento total que realiza la persona al caminar entre los tres edificios es igual a cero. Con la información obtenida se debe calcular las proyecciones en el plano xz de los vectores posición dos y tres. Lo que permite determinar la distancia que recorre la persona al sumar las tres proyecciones en el plano xz, Para determinar la altura de los edificios dividimos las componentes verticales de cada uno de los vectores posición para tres, lo que permite determinar la altura de los mismos.

Gráfico que representa al problema:

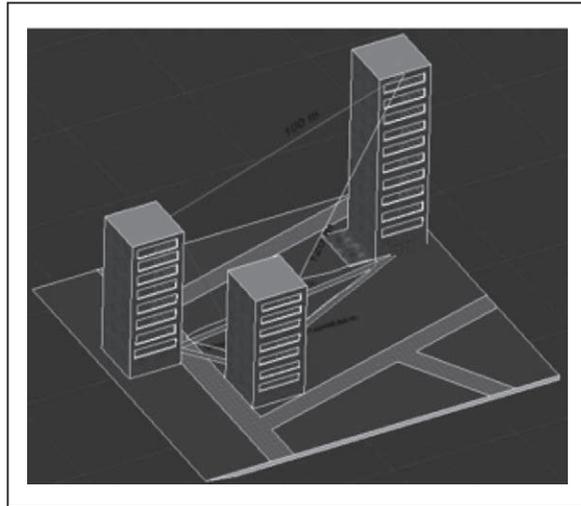


Figura 1. Representación gráfica del problema en 3D.

Para el tercer paso, procedemos a ejecutar el plan y los cálculos respectivos:

Calculamos la componente vertical del primer vector

$$r_{1y} = r_1 \text{sen} \delta$$

$$r_{1y} = 120 \text{ sen } 37^\circ$$

$$r_{1y} = 72,22 \text{ m}$$

Calculamos la proyección del vector en el plano XZ

$$r_{1xz} = r_1 \text{cos} \delta$$

$$r_{1xz} = 120 \text{ cos } 37^\circ$$

$$r_{1xz} = 95,84 \text{ m}$$

Calculamos las componentes del vector en el eje x y en el eje z

$$r_{1x} = -r_{1xz} \text{cos} \theta \quad r_{1z} = -r_{1xz} \text{sen} \theta$$

$$r_{1x} = -95,84 \text{ cos } 45^\circ; \quad r_{1z} = -95,84 \text{ sen } 45^\circ$$

$$r_{1x} = -67,77 \text{ m} \quad r_{1z} = -67,77 \text{ m}$$

Por lo tanto el vector de posición

$$r_1 = (-67,77 \hat{i} + 72,22 \hat{j} - 67,77 \hat{k}) \text{ m}$$

Calculamos la componente en z del vector unitario en el vector de posición \mathbf{r}_2

$$\mathbf{u}_{r_2} = \mathbf{u}_x + \mathbf{u}_y + \mathbf{u}_z$$

$$1 = (0,5)^2 + (0,24)^2 + n^2$$

$$n = \sqrt{1 - 0,25 - 0,0576}$$

$$n = 0,832$$

$$\mathbf{r}_2 = 100 (0,5 \mathbf{i} - 0,24 \mathbf{j} + 0,832 \mathbf{k}) \text{ m}$$

$$\mathbf{r}_2 = (50 \mathbf{i} - 24 \mathbf{j} + 83,2 \mathbf{k}) \text{ m}$$

Calculamos el vector posición \mathbf{r}_3

$$\mathbf{O} = \mathbf{r}_1 + \mathbf{r}_2 + \mathbf{r}_3$$

$$\mathbf{r}_1 = (-67,77 \mathbf{i} + 72,22 \mathbf{j} - 67,77 \mathbf{k}) \text{ m}$$

$$\mathbf{r}_2 = (50 \mathbf{i} - 24 \mathbf{j} + 83,2 \mathbf{k}) \text{ m}$$

$$\mathbf{r}_3 = (17,77 \mathbf{i} - 48,22 \mathbf{j} - 15,43 \mathbf{k}) \text{ m}$$

Calculamos las proyecciones de los vectores en el plano xz

$$r_{2xz} = \sqrt{r_{2x}^2 + r_{2z}^2}$$

$$r_{2xz} = \sqrt{(50)^2 + (83,2)^2}$$

$$r_{2xz} = 97,07 \text{ m}$$

$$r_{3xz} = \sqrt{r_{3x}^2 + r_{3z}^2}$$

$$r_{3xz} = \sqrt{(17,77)^2 + (15,43)^2}$$

$$r_{3xz} = 23,53 \text{ m}$$

La distancia que recorre el individuo es:

$$r = r_{1xz} + r_{2xz} + r_{3xz}$$

$$r = 95,84 + 97,07 + 23,53$$

$$r = 216,44 \text{ m}$$

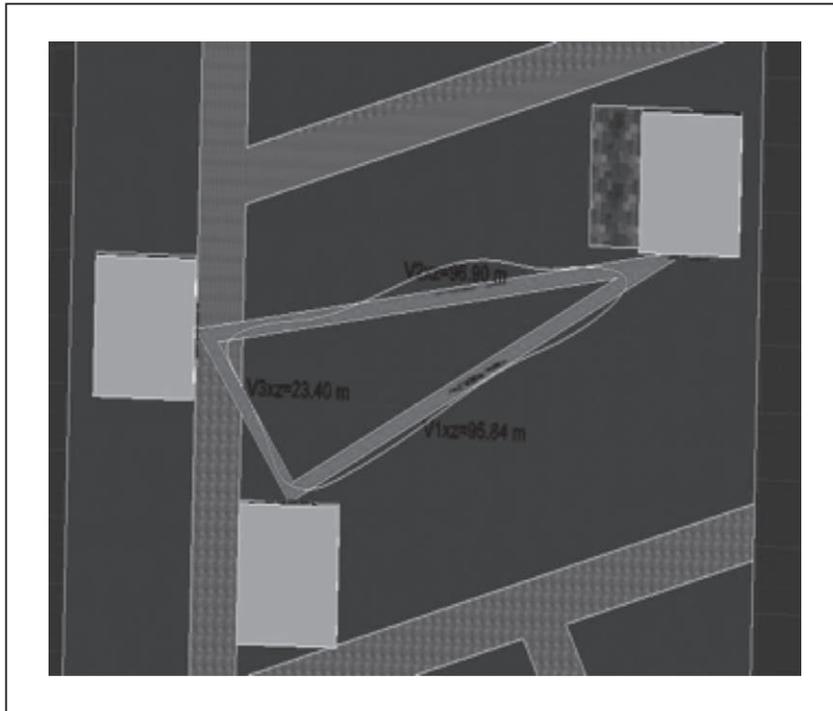


Figura 2. Proyecciones de los vectores en el plano XZ (distancia recorrida).

Las alturas de los edificios son:

$$H_F = \frac{72,22}{3}$$

$$H_F = 24 \text{ pisos}$$

$$H_G = \frac{48,22}{3}$$

$$H_G = 16 \text{ pisos}$$

$$H_E = 16 \text{ pisos} - 2 \text{ pisos}$$

$$H_G = 14 \text{ pisos}$$

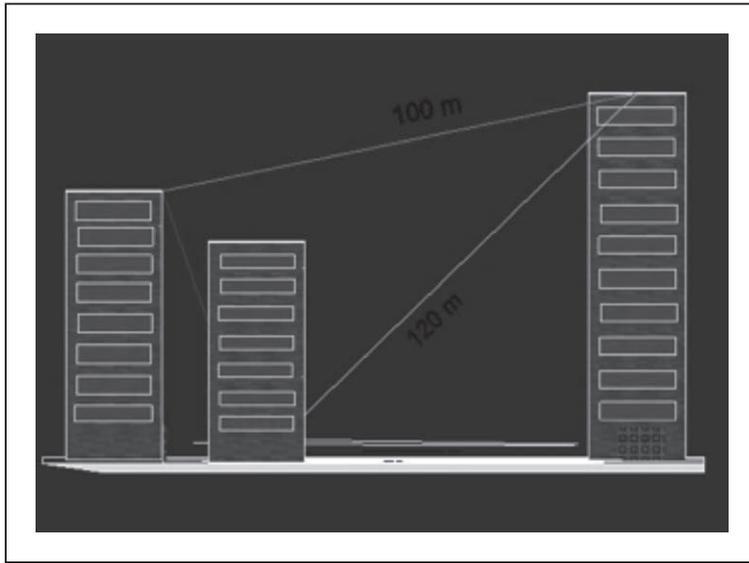


Figura 3. Altura de los edificios.

En el cuarto paso, considera la mirada hacia atrás y analizar lo realizado, lo que nos permite concluir la importancia que tiene el saber manejar los procesos y definiciones de la física vectorial en aplicaciones de la vida cotidiana.

Un paso adicional propuesto, es trasladar la información del problema a una situación real, con la posibilidad de construir una maqueta con material de laboratorio y realizar la simulación respectiva empleando los programas AutoCAD para graficar los edificios y los vectores en tres dimensiones y Sketchup para la simulación.

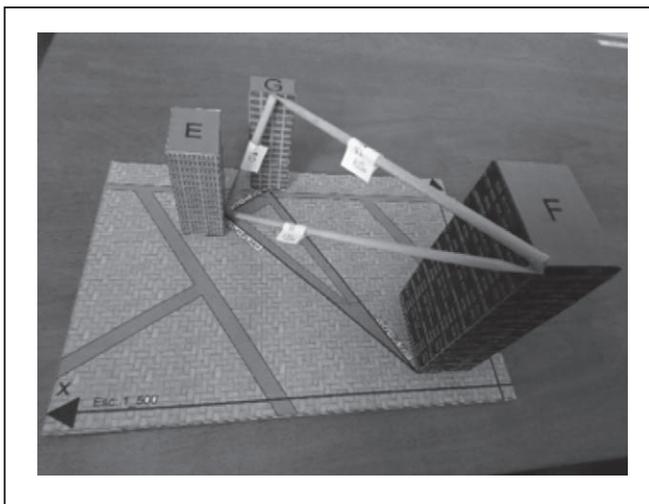


Figura 4. Maqueta del problema.

Para comprobar la funcionalidad de lo sugerido por Polya, se propuso la solución del problema mencionado como ejemplo a dos cursos distintos, uno de la carrera de Petróleos, compuesto por 26 estudiantes, y otro de la carrera de Ambiental, formado por 30 estudiantes de la Universidad Central del Ecuador. Es necesario recalcar, que los dos cursos tienen la base conceptual del estudio de transformación de coordenadas y operaciones con vectores. El primer grupo desconoce de lo planteado por Polya y el segundo grupo sí está informado de ello, obteniéndose los siguientes resultados.

Cuadro 1. Resultados de la solución del problema

	No responde	Soluciona Parcialmente	Solución correcta	Total
Primer Grupo	5	18	3	26
	19,23%	69,23%	11,54%	100%
Segundo Grupo	2	15	13	30
	6,67%	50,00%	43,33%	100%

Análisis:

Como se puede observar, el número de estudiantes que soluciona correctamente el problema se incrementa del 11,54% al 43,33% lo que nos permite afirmar que el método planteado por Polya sí funciona.

El proceso de enseñanza-aprendizaje propiciará que los estudiantes desarrollen su capacidad para investigar autoformarse permanentemente y contribuir creativamente a la solución de los problemas que les plantea su práctica profesional cotidiana y los de la sociedad en general, así lo afirma el Conea (2003) al analizar la calidad en la universidad ecuatoriana. Por lo que los docentes debemos estar dispuestos a desarrollar competencias en los estudiantes que les permita enfrentar y resolver cualquier tipo de problema que se les presente.

El resolver problemas de física conlleva a que el estudiante modele su personalidad, ya que él debe tener una actitud positiva para enfrentar el problema, tener confianza en sus capacidades debido a que con frecuencia no es necesario saber mucho, solo depende de la tranquilidad con la que se enfrente el proceso de solución, debe ser paciente y constante ya que cada problema requiere su tiempo, concentrarse en el proceso de solución y lo más importante el aprender a resolver problemas lleva mucho tiempo, pero cuando ya se logra realizarlos con facilidad, se siente la satisfacción de poder resolver cualquier situación que se le presente.

Se verifica la importancia de realizar procesos experimentales en el Laboratorio de Física para comprobar la validez de un problema planteado al estudiante, así lo confirma Gil, D. (1999), que el trabajo en el laboratorio se considera como una actividad cognitiva compleja ya que la solución de una situación problemática experimental implica la utilización de una multiplicidad de concepciones y modelizaciones matemáticas.

Referencias

- Beck, M. (1992). *Diseño e implementación de una estrategia de enseñanza de resolución de problemas matemáticos basada en el logro de un aprendizaje significativo en un grupo de alumnos de Quinto Año Básico*. (Tesis para optar al grado de Magíster en Educación Especial). Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Buteler Laura. (2003). *La resolución de problemas en física y su relación con el enunciado*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Córdoba.
- Conea. (2003). *La calidad en la universidad ecuatoriana*. Unesco/Iesalc. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001496/149614s.pdf>
- Gil, D. (1992). Trabajo presentado como conferencia en la International Conference on History of the Physical-Mathematical Sciences and the teaching of Sciences. *Enseñanza de las Ciencias*, nro, 11 (2), pp. 197/211. Madrid.
- Ineval. *Informe de resultados Ser Bachiller ciclo 2016-2017*. Recuperado de: www.evaluacion.gob.ec/evaluaciones
- Hoc, J. (1987). *Psychologie cognitive de la planification*. P.U.F. París. p. 78.
- Hodson, D. (2003). Towards a philosophically more valid science curriculum. *Science Education*, 72(1), 19-40.
- Martínez Torregrosa, J (1987). La resolución de problemas de física como investigación: un instrumento de cambio metodológico. Tesis doctoral. Facultad de Física como investigación: un instrumento de cambio metodológico. Tesis doctoral. Facultad de Física. Universidad de Valencia.
- Molero, M. (2017). *Resolución de problemas. Modelos teóricos*. Recuperado de: http://www2.camino.upm.es/Departamentos/matematicas/Fdistancia/PIE/Problemas/MODELOS_TE%3%93RICOS.pdf
- Polya, G. (1981). *¿Cómo plantear y resolver problemas?* México: Trillas.
- Sternberg, R. y Swerling, L. (1999). *Enseñar a pensar*. Madrid: Aula XXI-Santillana. p.125.
- Terán, G. (2015). Enseñanza de la física experimental en la educación superior desde una perspectiva crítica. Caso: Estudiantes UCE. *Anales de la Universidad Central del Ecuador*, nro, 373, p. 85. Ecuador.
- Unesco, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2016). *Aportes para la enseñanza de la matemática*. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002448/244855s.pdf>.

Impacto de los recursos multimedia como estrategia de enseñanza y aprendizaje de la física experimental. Caso de estudio: ley de Ohm y resistividad

Luis Santiago Poma Lojano

Universidad Central del Ecuador
lspoma@uce.edu.ec

Guillermo Rubén Terán Acosta

Universidad Central del Ecuador
grteran@uce.edu.ec

Recibido: 01 de septiembre de 2017 / *Aprobado:* 30 de noviembre de 2017

Resumen

¿Cuál es el impacto de los recursos multimedia como estrategia de enseñanza y aprendizaje de la física experimental? A principios de este milenio se dinamizó la forma de exponer contenido multimedia como estrategia de enseñanza. La experiencia obtenida en el campo educativo ha conseguido mejorar los recursos, estrategias didácticas y materiales de apoyo que aporten significativamente al aprendizaje de los estudiantes. El presente estudio se propone medir el impacto de los recursos multimedia como estrategia de enseñanza y aprendizaje de la física experimental. Caso de estudio “Ley de Ohm y resistividad”. Este trabajo tiene un enfoque cuali-cuantitativo que propone un trabajo experimental a través del estudio de caso: en contacto con el contenido multimedia y sin el uso de esta estrategia; se emplea como instrumento la escala de Likert. La eficiencia del aprendizaje del grupo en contacto con recursos multimedia es superior en un 18%. Estos resultados

permiten corroborar la línea positiva de impacto de los recursos multimedia en la construcción de aprendizajes.

Palabras clave: estrategia de enseñanza y aprendizaje, física experimental, recursos multimedia, estrategias didácticas, ley de Ohm.

Abstract

What is the impact of multimedia resources as a teaching and learning strategy of experimental physics? At the beginning of this millennium the way of exhibition multimedia content as a teaching strategy was stimulated. The experience gained in the educational field has managed to improve resources, didactic strategies and support materials that contribute significantly to the learning of students. The present study aims to measure the impact of multimedia resources as a teaching and learning strategy of experimental physics. Case study “Ohm law and resistivity”. This work has a qualitative-quantitative approach that proposes an experimental work through the case study: in contact with the multimedia content and without the use of this strategy; the Likert scale is used as an instrument. The efficiency of the group’s learning in contact with multimedia resources is 18% higher. These results allow corroborating the positive impact line of multimedia resources in the construction of learning.

Keywords: teaching and learning strategy, experimental physics, multimedia resources, didactic strategies, Ohm law and resistivity.

Introducción

El presente trabajo de investigación, forma parte de la línea de investigación del Centro de Física de la Universidad Central del Ecuador, cuyo propósito es medir el impacto de los recursos multimedia como estrategia de enseñanza y aprendizaje de la física experimental. Caso corriente continua: ley de Ohm y resistividad, en los estudiantes de segundo nivel de Física de la carrera de Química de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas y de tercer nivel de Física de la carrera de Informática de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador.

En los últimos tiempos se ha visto el desarrollo que experimentan las herramientas de creación multimedia. Realizar gráficos, editar video, aplicaciones online, añadir interacción o publicar en la web se han convertido en actividades al alcance de todos los usuarios y en especial para los estudiantes, que disponen para ello de sencillas herramientas en el escritorio de su equipo computacional e incluso en las aplicaciones web.

Las tendencias actuales en la investigación, están centradas en el desarrollo de las capacidades y los recursos técnicos, los cuales amplían el abanico de prioridades a los ámbitos relacionados con el contenido, sea este artístico, de entretenimiento o educativo. Por ello, quienes investigan sobre la aplicación de las tecnologías de la información en los diversos campos de actividad son considerados parte de la comunidad de investigación. En la investigación en el ámbito multimedia se considera necesario identificar aquellos temas capaces de unificar el ámbito de investigación en este sentido. Uno de los retos que se plantea esta comunidad de investigación en el ámbito multimedia es conseguir que la producción de complejas aplicaciones multimedia sea tan fácil como utilizar un procesador de textos o un programa de dibujo.

Existen diversas estrategias para el aprendizaje que se aplican en la educación a través de sistemas multimedia conocidos como herramientas multimedia. Es posible que en los próximos años se inicie una línea de desarrollo del concepto de “sistemas multimedia educativos” ligado a webs académicos o instructivos. Sin embargo, Vaquero (2010) manifiesta que para la enseñanza asistida por ordenador primero deben ser construidos los elementos de los cuales estará constituido.

En este sentido, con el desarrollo de estos recursos multimedia (video educativo), se pretende implementar una herramienta que permita al docente contar con un nuevo recurso didáctico a partir del cual se puedan abordar de manera simple, pero con instrucciones precisas y una pedagogía adecuada, los contenidos relacionados con la temática de corriente continua: ley de Ohm. Lo relacionado con la metodología, el procedimiento del armado de los equipos de laboratorio son los factores que favorecerían en el estudiante el correcto uso de los mismos

para la práctica especificada para esta temática, constituyéndose en una herramienta poderosa para desarrollar en el estudiante la motivación a fin de lograr aprendizajes significativos (Ausubel et al., 1997).

El propósito de esta investigación es analizar el impacto de los recursos multimedios el cual está orientado a facilitar y optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física experimental para lo cual se elaboró e implementó el recurso multimedia (video educativo) con la participación de estudiantes que realizan física experimental en el Centro de Física, realizando su correspondiente validación y control, aplicando la metodología adecuada para tal fin.

Las herramientas multimedios, como plantea Rivera (1997), proporcionan un aprendizaje dinámico e interactivo que permite la rápida visualización de situaciones problemáticas. La posibilidad de visualizar gráficamente conceptos teóricos como así también la de modificar las diferentes variables que intervienen en la resolución de problemas que favorecen el aprendizaje de los estudiantes.

En este sentido, con la elaboración de estos videos educativos, se pretende implementar un recurso que permita al docente abordar de manera simple, pero con herramientas adecuadas, los contenidos relacionados con el estudio de caso de corriente continua: ley de Ohm, como parte temática de la materia de Física. Especialmente, la parte práctica de laboratorio de física experimental para evidenciar el fenómeno que produce la física, cabe recalcar que esta investigación forma parte de una investigación macro en la cual se estudia el impacto de aprendizaje de la física experimental del texto guía de autoaprendizaje de Física Experimental, expuesta por Terán (2016).

Considerando los mencionados principios y fundamentos abordamos la presente investigación, a partir de la cual se pretende incrementar el desarrollo de las destrezas, actitudes y habilidades de los estudiantes de la carrera de Química de Alimentos y de la carrera de Informática, para que logren una mejora significativa en el rendimiento académico; aumentar, además, su motivación, creatividad e interés y a la vez permitirles que exploren las prácticas de laboratorio de Física Experimental con un proceso interactivo y de esta manera lograr aprendizajes significativos (Ausubel et al., 1997). Además, se debe tener en claro que, si bien las herramientas multimedios educativas son elementos importantes para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, esta mejora no depende solamente de la utilización de un software educativo-interactivo o videos multimedios, sino de su correcta integración curricular, es decir, del entorno educativo: directivos, docentes y estudiantes.

Se analizarán las diferentes fases y etapas en el desarrollo de materiales educativos (Galvis, 1997), y los trabajos existentes en los que se han desarrollado software aplicados a temas específicos en la matemática, física, estadística, biología, etc. Se buscarán, seleccionarán e implementarán ejemplos prácticos más adecuados para la aplicación de las diferentes prácticas de laboratorio de corriente continua. Se diseñará e implementará videos educativos de prácticas de laboratorio de física experimental realizando su correspondiente validación y control y aplicando las técnicas existentes para lograr un aprendizaje significativo.

Por otro lado, la asimilación de la tecnología con un modelo de la comunicación multimedia es eficiente, y evoluciona al mismo ritmo que la tecnología y la capacidad de la sociedad tecnológica para llegar a un conocimiento o aprendizaje significativo. La capacidad de explotación depende del ajuste entre la innovación tecnológica y la metodología implementada en estos recursos multimedia, la accesibilidad de esta innovación y de la capacidad del usuario para obtener de ella el provecho adecuado para lograr el aprendizaje significativo. El mundo tecnológico evoluciona con gran rapidez y tiene etapas cada vez más cortas y con metodologías adecuadas para crear y distribuir los recursos digitales. Sin embargo, la rápida evolución tecnológica sólo se convierte en accesible por coste y ergonomía de algunas de estas tecnologías para, finalmente, instalarse como un recurso sobredimensionado con respecto a las necesidades y las capacidades de aquellos estudiantes que las emplean de forma frecuente en su entorno académico de aprendizaje.

Fernández (2005) plantea que primero se renueva la tecnología, luego se accede a la misma a medida que su disponibilidad se extiende y solo después de un cierto tiempo de maduración y adaptación, esta es asimilada por parte de las personas que están en condiciones de sacarle provecho.

En todo caso, se destaca que la frecuencia de la innovación tecnológica es cada vez más elevada y que en su evolución aumenta constantemente el espacio entre las posibilidades que brinda y la capacidad de los estudiantes para aprovecharla.

Su ámbito de aplicación será, en la cátedra de Física II de la carrera de Química de Alimentos y Física III de la carrera de Informática. La utilización de estos recursos se está extendiendo, al resto de carreras de las diferentes facultades que realizan física experimental en el Centro de Física.

En el siguiente trabajo de investigación se plantea los siguientes objetivos para su desarrollo.

1. Caracterizar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la temática de corriente continua: ley de Ohm y resistividad, en estudiantes de segundo nivel de la carrera de Química de Alimentos y tercer nivel de la carrera de Informática que realizan prácticas de laboratorio de física experimental en el Centro de Física de la Universidad Central del Ecuador.
2. Identificar la necesidad de diseñar un video multimedia para el aprendizaje de la ley de Ohm y resistividad.
3. Determinar la factibilidad tecnológica, didáctica, talento humano y económico para el diseño de los videos multimedia.
4. Identificar elementos, factores estructurales y funcionales para el diseño de los videos multimedia.
5. Desarrollar una propuesta de videos multimedia para su implementación como herramienta de apoyo en el aprendizaje en las diferentes temáticas de prácticas de laboratorio de Física.

Materiales y métodos

Diseño de la Investigación

El trabajo en esta investigación, en función de los objetivos, se sustentó en un diseño, desde una perspectiva multireferencial, multidimensional e interpretativa, apoyados en una estrategia metodológica (cuantitativa) que incluye una investigación de campo y una investigación documental-bibliográfica de carácter descriptivo.

Se considera esta modalidad, por cuanto inicialmente se realizó un estudio tipo diagnóstico y posteriormente atendiendo los resultados del mismo, se desarrolló una propuesta de elaboración de videos multimedios para su implementación como recurso de apoyo en el aprendizaje de las prácticas de laboratorio de ley de Ohm y resistividad.

Etapas para la realización de un video multimedia

Pre producción.— La pre producción se estructura inicialmente en un documento que se llama calendario de producción. Cada uno lo realizará como mejor pueda y con el software que le dé mejor resultado

Las etapas son las siguientes: Idea inicial, sinopsis, documentación y estudio del tema, confección del guion y elaboración de la guía didáctica

Producción.— Son las etapas donde se crea, en formato audiovisual, todas aquellas ideas que debe contener este recurso multimedia. Una vez localizados los escenarios y seleccionados el equipo de laboratorio y los estudiantes que mejor se adapten a las necesidades del proyecto, puede empezar el rodaje. Tomando en cuenta las siguientes etapas: Confección del guion técnico, desglose, localizaciones, planificación de la grabación, planificación de la producción y realización (grabación)

Post-producción.— En esta fase del proyecto, se ordena el material para el desarrollo del trabajo. El vídeo se corta; se edita; se le añaden fotografías, animaciones, efectos, transiciones, título; se retoca el color y el brillo; se sonoriza, añadiendo la locución y la música, etc., hasta obtener un recurso multimedia con todas las características necesarias para que el estudiante vea el video terminado y de esa manera observe las prácticas de laboratorio experimental que se trabajarán en el patio del laboratorio del Centro de Física. Un ejemplo de video multimedia se muestra en la figura 1.

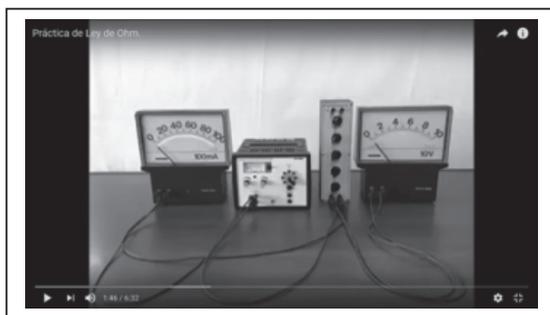


Figura 1. Video multimedia de la práctica experimental de la ley de Ohm.

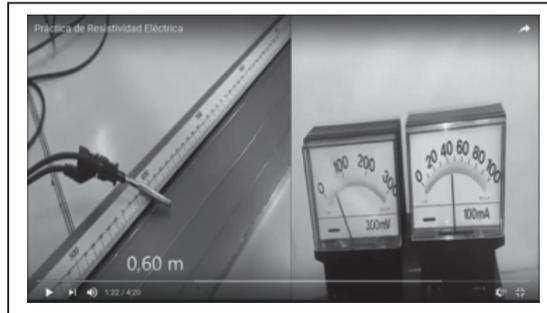


Figura 2. Video multimedia de la práctica experimental de resistividad.

Las prácticas de laboratorio efectuadas con los recursos multimedia tienen un marco teórico desarrollado a continuación.

Ley de Ohm y Resistividad

Si ciertos materiales se mantienen a una temperatura constante, experimentalmente se encuentra que el campo eléctrico dentro de los materiales es directamente proporcional a la densidad de corriente en el material.

Donde ρ es llamada la resistividad del material.

La ecuación anterior es llamada ley de Ohm

$$\rho = \frac{E}{J}$$

Sus unidades son:

$$\frac{\frac{\text{volts}}{\text{metro}}}{\frac{\text{Ampere}}{\text{metro}^2}} = \frac{\text{volt metro}}{\text{Ampere}} = \frac{V \text{ m}}{A}$$

Se define el *Ohm* como un volt por ampere

$$1 \Omega = \frac{V}{A}$$

Entonces la unidad de resistividad es el Ohm por m ($\Omega \text{ m}$)

Con frecuencia se habla de la conductividad (σ) de un material en lugar de su resistividad. Estas dos cantidades son recíprocas y su relación es:

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

Que tiene por unidades el siemens o el inverso de ohm metro

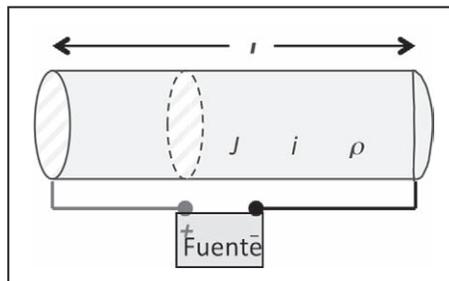
$$\text{siemens} = \frac{1}{\Omega m}$$

- Las cantidades \mathbf{E} , ρ , \mathbf{J} que se relacionan mediante la **ley de Ohm**

$$\mathbf{E} = \rho \mathbf{J}$$

La **ley de Ohm** para estas cantidades *macroscópicas* viene expresada por:

$$V = i R$$



Si las secciones transversales del cilindro en cada punto son superficies equipotenciales, el campo eléctrico y la densidad de corriente serán constantes en todos los puntos del cilindro y tendrán valores:

$$E = \frac{V}{L} \quad j = \frac{i}{A}$$

La resistividad puede escribirse como:

$$\rho = \frac{E}{j} = \left(\frac{V/L}{i/A} \right) = \frac{VA}{iL}$$

Son cantidades microscópicas vectoriales que tienen valores definidos en cada punto de un cuerpo

- Las cantidades V , i , R son cantidades macroscópicas escalares y se refieren a un cuerpo particular como un todo, donde R es la resistencia que presenta el material al flujo de la corriente.

Considere un conductor cilíndrico de longitud L y de sección transversal de área A que transporta una corriente estacionaria i al haberse aplicado una diferencia de potencial ΔV en sus extremos.

Pero $\frac{V}{i} = R$ por lo que:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Procedimiento a seguir

En síntesis, para el desarrollo de este proceso investigativo se estructuraron cinco fases: a) De reflexión, en la cual se especifica la búsqueda, selección y revisión de la información bibliográfica realizada para este proceso de investigación; b) de estudio de campo, se representa con la aplicación de encuestas (perspectiva cuantitativa); c) tercera fase de análisis de datos y saturación de la información; d) cuarta fase, estructuración de conclusiones y recomendaciones y, e) quinta fase en la que se diseñaron e implementaron videos multimediales en el proceso de enseñanza de la física experimental en el estudio de caso ley de Ohm y resistividad

Población y muestra

Según estudios realizados por Terán (2006, p. 51)“La población o universo se refiere al conjunto de elementos: sujetos, instituciones, casos, involucrados en el estudio”.

En ese sentido la población se conformó con estudiantes (20) del segundo nivel de la carrera de Química de Alimentos, (20) de la Carrera de Informática, expertos y docentes (6), dando un total de 46 informantes clave.

Cuadro 1. Población y muestra

Informantes clave	Población	Muestra	Porcentaje %
Estudiantes	46	40	87
Docentes	2	2	100
Expertos	4	4	100
Total	27	27	100

Fuente: Autores (2017)

Técnicas e instrumentos de recolección y tratamiento de datos

Para dar respuestas a los objetivos de esta investigación, se analizaron y diseñaron instrumentos que permitieron recoger información objetiva y relevante, de opinión de los sujetos de la población; para tal efecto se aplicó la técnica de la encuesta mediante el uso de un cuestionario con preguntas de respuesta de escala aditiva –denominada escala tipo Likert– que de acuerdo con Bernal (2006), “el cuestionario es un conjunto de preguntas diseñadas para generar los datos necesarios para alcanzar los objetivos del proyecto de investigación”; estos instrumentos contienen variables que permitieron caracterizar el aprendizaje de la física experimental estudio de caso ley de Ohm y resistividad. Además, se realizaron entrevistas, sobre la base de un guion de preguntas, dirigido a expertos y docentes que realizan prácticas de laboratorio en el Centro de Física. Para el efecto se aplicaron los instrumentos en forma directa. Terminada la etapa de recopilación de información y, desde la perspectiva cuantitativa, el procedimiento del análisis de datos fue: se tabularon todos los datos proporcionados por los informantes claves; se codificaron y analizaron dichos resultados en forma lógica y reflexiva, y se interpretó el problema planteado apoyado en procesos estadísticos mediante el software especializado para este tipo de análisis que es el IBM SPSS.

Análisis de confiabilidad

Una de las áreas más importantes del proceso de investigación es el de la medición de las variables y constructos que en ella intervienen. Stevens (1968) define medición a la asignación de números con aspectos de eventos u objetos de acuerdo con alguna regla o convención.

La confiabilidad se determina mediante el método de consistencia interna (alfa de Cronbach) que presentan entre sí los diferentes ítems y, estos con el puntaje total del instrumento. Para determinar el valor de la confiabilidad utilizaremos el modelo estadístico del coeficiente alfa de Cronbach.

$$\alpha = \frac{n}{n-1} * \frac{S_t^2 - \sum S_i^2}{S_t^2}$$

Donde:

α

= Coeficiente de confiabilidad “alfa de Cronbach”

S_t^2 = Número total de ítems que contiene el instrumento

S_i^2 = Varianza de puntajes totales

= Sumatoria de la varianza individual de los ítems

En tal sentido, para el estudio de caso, el coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach, de los instrumentos aplicados, es de 0,890 que de acuerdo a Guilford (1956), se ubica en el nivel de alta confiabilidad.

Resultados

De la caracterización (Diagnóstico)

En función de los objetivos a cumplir en este trabajo de investigación; uno, dos y tres de la investigación: “Caracterizar como es el proceso de enseñanza y aprendizaje de las temáticas de corriente continua: ley de Ohm y resistividad, en estudiantes de segundo nivel de la carrera de Química de Alimentos y tercer nivel de la carrera de Informática, los informantes clave opinan, con una media del 82%, que existe necesidad de implementar videos multimediales y, que existe la factibilidad tecnológica, educativa, entre otros aspectos, como se expresa en el siguiente cuadro resumen de medias, agrupadas por factores para su análisis estadístico:

Cuadro 2. Resumen de objetivos 1, 2 y 3 de la investigación, agrupado por factores

	Variables	Frecuencia relativa Medias Positivas al Punto Equilibrio
1	El Centro de Física cuenta con material de laboratorio suficientes para el desarrollo académico de las prácticas de laboratorio	94%
2	Los docentes, asistentes e instructores utilizan recursos multimediales, como herramienta, en el proceso de enseñanza y aprendizaje	94%
3	¿Considera necesario utilizar videos multimediales para el aprendizaje de prácticas de laboratorio de corriente continua?	94%
4	¿Considera factible, tecnológica, didáctica y económicamente, la implementación de un video multimediale para el aprendizaje?	91%
5	Los docentes, instructores y asistentes de laboratorio tienen conocimiento de la elaboración de recurso multimediale para la enseñanza de la física experimental	37%
	Gran Total	82 %

Fuente: Autores (2017)

En función del objetivo específico cuatro de la investigación: “Identificar la necesidad de diseñar un video multimedia para el aprendizaje de corriente continua, caso ley de Ohm”, los informantes clave opinan, con una media del 90,12%, estar de acuerdo a lo que se plantea en el siguiente cuadro según las medias de cada una de las variables motivo de este proyecto de investigación, se consideren en el diseño de los videos multimedios sus elementos estructurales y funcionales que permitan lograr un aprendizaje significativo en la práctica de laboratorio de corriente continua:

Cuadro 3. Resumen de objetivo 4 de la investigación, agrupado por factores

	Variables	Frecuencia relativa Medias Positivas al Punto Equilibrio
6	La distribución de imágenes en el video educativo considera	78,20%
7	La gama de colores en el video educativo considera	82,60%
8	El audio en el video educativo considera	100,00%
9	La animación del video educativo considera	91,30%
10	La presentación de contenidos en el video educativo considera	93,50%
11	La distribución de texto en el video educativo considera	89,20%
12	En general la estructura y diseño del video educativo fue:	93,50%
13	Las instrucciones para el manejo del video educativo fueron pertinentes	91,30%
14	El video educativo es amigable para el desarrollo del tema	84,80%
15	El contenido desarrollado en el video educativo facilita la comprensión del tema	93,50%
16	En general la funcionalidad del video educativo fue:	93,40%
	Gran Total	90,12%

Fuente: Autores (2017)

En función del objetivo específico cinco de la investigación: “Desarrollar una propuesta de videos multimedios para su implementación como herramienta de apoyo en el aprendizaje en las diferentes temáticas de prácticas de laboratorio de Física”, los informantes clave, con una media del 91,29%, opinan que el video multimedia

debe considerar aspectos didáctico-pedagógicos, orientados a lograr aprendizajes autónomos, significativos y que cumplan como un recurso de apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje en esta temática como parte de la estructura curricular de esta asignatura. Se describen las medias de las variables relevantes en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Resumen de objetivo 5 de la investigación, agrupado por factores

	VARIABLES	Frecuencia relativa Medias Positivas al Punto Equilibrio
17	La organización de los contenidos (objetivos, procedimiento, fundamentación teórica, en el video educativo fueron pertinentes:	89,10%
18	Las estrategias utilizadas en la clase apoyadas con el video educativo estimulan y motivan la construcción del aprendizaje	91,30%
19	La ejecución de las actividades con el video educativo permite la participación y trabajo activo	93,50%
20	Las prácticas con el video educativo permite innovar el desarrollo de la clase	86,90%
21	Las orientaciones brindadas en el video educativo permite que el desarrollo de los contenidos sean claros y precisos	97,80%
22	El grado de conocimiento adquirido al trabajar con el video educativo fortalece su aprendizaje	82,60%
23	Las estrategias y metodologías utilizadas durante el desarrollo del tema con apoyo del video educativo permiten generar aprendizajes significativos	87,00%
24	La utilización del video educativo, facilita la comprensión teórica y práctica del tema	86,90%
25	El grado de asociación contenidos-actividades-video educativo desarrollado fue significativo.	93,50%
26	El video educativo motiva y despierta interés en el tema especificado.	91,30%
27	El video educativo es importante para desarrollar investigaciones	95,60%
28	La aplicación del video educativo privilegia el desarrollo del trabajo autónomo	100,00%
	Gran Total	91,29 %

Fuente: Autores (2017)

En función de las notas obtenidas de las prácticas de laboratorio ley de Ohm y resistividad eléctrica del Centro de Física del semestre 2016–2017 para el pretest y del semestre 2017-2017 para el postest. Analizando los resultados de la práctica de la ley de Ohm se puede observar que el incremento porcentual del rendimiento en el curso de la carrera de Informática es 14,88% mientras que en el curso de Química de Alimentos es de 14,90%.

Para el análisis de la práctica de resistividad eléctrica en la carrera de Informática el incremento porcentual del rendimiento es de 21,01% frente al 17,60% de la carrera de Química de Alimentos, por lo tanto, deducimos que en los dos casos existe un incremento porcentual de rendimiento al usar los recursos multimediales en los patios del laboratorio. Se describen los incrementos de la variable relevante en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Resumen de notas promedio de cursos evaluados

Evaluación de Recursos multimediales		Incremento porcentual del rendimiento	Práctica de laboratorio	Carrera	Facultad
Sin uso de Recursos 2016-2017	Con uso de Recursos 2017-2017				
76,17 %	87,50 %	14,88 %	Ley de Ohm	Informática	Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación
72,00 %	87,13 %	21,01 %	Resistividad	Informática	Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación
82,25 %	94,50 %	14,90 %	Ley de Ohm	Química de Alimentos	Ciencias Químicas
79,94 %	94,00 %	17,60 %	Resistividad	Química de Alimentos	Ciencias Químicas

Fuente: Autores (2017)

$$I\% = (ECR - ESR) * 100 / ESR$$

I% = Incremento porcentual del rendimiento

ECR= Evaluación con uso de recursos multimediales

ESR= Evaluación no uso de recursos multimediales

Planteamiento de la hipótesis

$$H_0: \mu_{\text{Uso multimediales}} = \mu_{\text{No uso multimediales}}$$

$$H_1: \mu_{\text{Uso multimediales}} \neq \mu_{\text{No uso multimediales}}$$

Cuadro 6. Estadísticas de muestras emparejadas

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Pretest Fac. Filosofía - 2016-2017 - Ley de Ohm - sin recursos	15,2300	20	2,25857	,50503
	Postest Fac. Filosofía - 2017-2017 - Ley de Ohm con recursos	17,5000	20	1,39548	,31204
Par 2	Pretest Fac. Ciencias - 2016-2017 - Ley de Ohm - sin recursos	16,4750	20	2,89839	,64810
	Postest Fac. Ciencias - 2017-2017 - Ley de Ohm - con recursos	18,9000	20	1,04630	,23396
Par 3	Pretest Fac. Filosofía - 2016-2017 - Resistividad sin recursos	14,4000	20	2,83586	,63412
	Postest Fac. Filosofía - 2017-2017 - Resistividad con recursos	17,4250	20	1,56672	,35033
Par 4	Pretest Fac. Ciencias - 2016-2017 - Resistividad sin recursos	15,9900	20	4,78670	1,07034
	Postest Fac. Ciencias - 2017-2017 - Resistividad con recursos	18,8000	20	,95145	,21275

Fuente: Autores (2017)

Cuadro 7. Prueba de muestras emparejadas: Con recursos multimedios vs. Sin recursos multimedios

Prueba de muestras emparejadas									
Media		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1	Pretest Fac. Filosofía - 2016-2017 - Ley de Ohm - sin recursos - Postest Fac. Filosofía - 2017-2017 - Ley de Ohm con recursos	-2,27000	2,85733	,63892	-3,60727	-,93273	-3,553	19	,002
Par 2	Pretest Fac. Ciencias - 2016-2017 - Ley de Ohm - sin recursos - Postest Fac. Ciencias - 2017-2017 - Ley de Ohm - con recursos	-2,42500	3,08701	,69028	-3,86976	-,98024	-3,513	19	,002
Par 3	Pretest Fac. Filosofía - 2016-2017 - Resistividad sin recursos - Postest Fac. Filosofía - 2017-2017 - Resistividad con recursos	-3,02500	3,32643	,74381	-4,58182	-1,46818	-4,067	19	,001
Par 4	Pretest Fac. Ciencias - 2016-2017 - Resistividad sin recursos - Postest Fac. Ciencias - 2017-2017 - Resistividad con recursos	-2,81000	4,65221	1,04027	-4,98730	-,63270	-2,701	19	,014

Fuente: Autores (2017)

Análisis: De acuerdo a los datos, se evidencia que la probabilidad Sig. Asintótica (bilateral) $p = 0,001$ es menor que el nivel de significación $p = 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) de igualdad de medias entre las variables Uso recursos multimedia vs. No uso recursos multimedia de los estudiantes de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación y de la Facultad de Ciencias Químicas.

Conclusiones

La conclusión que se deriva del análisis y la interpretación de resultados de los instrumentos de recolección de datos a los estudiantes de la Carrera de Química de Alimentos y de la Carrera de Informática que realizan física experimental en el Centro de Física, manifiestan que sí cuenta con material de laboratorio suficiente para el desarrollo académico de las prácticas de laboratorio con un porcentaje de 94%, aporte que realizan los informantes claves de la investigación.

Los docentes, asistentes e instructores utilizan recursos multimedia, como herramienta, en el proceso de enseñanza y aprendizaje, como recurso para el proceso de enseñanza aprendizaje, pero poseen un bajo conocimiento en la elaboración del recurso multimedia para la enseñanza de la física experimental con el 63,00%

En la estructura y diseño del video multimedia su distribución de imágenes, su gama de colores, el audio, la animación y la presentación de contenidos, la distribución de texto fue pertinente, esto se representó con la frecuencia relativa de las medias positivas al punto de equilibrio que representa al 89,76% indicando que su diseño sí cumple con las características para un buen proceso de enseñanza.

En la funcionalidad del video multimedia es amigable, se puede concluir que es un recurso adecuado para la comprensión del tema correspondiente con prácticas de laboratorio bien planteadas y los contenidos del video adecuados que analizando las frecuencias de las medias positivas al punto de equilibrio está representado por un 92,40% indicando este dato que su funcionalidad es pertinente para el proceso de enseñanza de la física experimental.

En las orientaciones brindadas en el video multimedia se concluye que permite que el desarrollo de los contenidos sea claro y preciso, motivando el interés como un aporte importante para el desarrollo de investigaciones con una media positiva al punto de equilibrio del 94,90%

Con respecto al impacto de aprendizaje al usar los recursos multimedia en el salón áulico se evidencia que la "Evaluación con el uso de Recursos multimedia" genera un aprendizaje significativo que optimiza al conjunto de características pedagógicas y cognitivas en el proceso académico de la física experimental, notando que es favorable el uso de los mismos en los dos cursos de las diferentes facultades.

Referencias

- Bernal, C. (2006). *Metodología de la investigación*. México: Pearson. p. 217.
Fernández, M. (2005). *La aplicación de las nuevas tecnologías en la educación*.

- Obtenido de [http://www.tendenciaspedagogicas.com/ Articulos/2001_06_06.pdf](http://www.tendenciaspedagogicas.com/Articulos/2001_06_06.pdf)
- Galvis, A. (1997). Micromundos lúdicos interactivos: Aspectos críticos en su. *Informática Educativa*, 192-204
- Guilford, J. (1956). Structure of intellect. *Psychological Bulletin*, 267-293
- Rivera, E. (1997). Aprendizaje asistido por computadora, diseño y realización.
- Steven, S. (1968). Measurement, statistics, and the schemapiric view. *Science*, 849-856.
- Terán, G. (2006). *El proyecto de investigación: Cómo elaborar*. Quito, Ecuador. p. 51
- Terán, G. (2016). *Texto guía de autoaprendizaje de física experimental*. Quito, Ecuador.
- Vaquero, A. (2010). Los comienzos de la enseñanza asistida por computadora papel de España. *IE Comunicaciones*, 3-10.

La influencia de las nuevas tecnologías en el desarrollo psicosocial de los niños y niñas de la segunda infancia

María Gabriela Arévalo Tapia

Universidad Tecnológica Equinoccial
mgarevalo@ute.edu.ec

Recibido: 01 de septiembre de 2017 / *Aprobado:* 30 de noviembre de 2017

Resumen

Las nuevas tecnologías son herramientas imprescindibles de gestión en el ámbito educativo. Estas pueden considerarse como positivas o negativas en el desarrollo psicosocial de los niños y niñas, según sean utilizadas por ellos, controladas por los adultos y evaluadas según el comportamiento y aprendizaje de los educandos. El objetivo de este estudio fue determinar cómo influye la tecnología en el desarrollo psicosocial en niños y niñas escolares. Para el estudio, se realizó un análisis teórico sobre conceptos tecnológicos y psicosociales. En segundo lugar se presentó un estudio cualitativo, por medio de la observación participante a un grupo de niños y niñas de la ciudad de Quito. Al final, este estudio concluye que la tecnología aun cuando es indispensable en estos tiempos, si no es bien direccionada al aprendizaje de los niños y niñas, esta causa cambios en el comportamiento social y emocional de los mismos, quienes necesitan apoyo de familiares y educadores para saber utilizar de forma óptima las TIC. Se recomienda un estudio posterior sobre el manejo de tecnologías en el salón de clases y el apoyo del docente en el proceso de enseñanza aprendizaje por medio de las TIC.

Palabras clave: tecnología de la información y la comunicación (TIC), desarrollo psicosocial, segunda infancia, familia, escuela, educación.

Abstract

New technologies are an essential tool to be exploited in education. These have a positive or negative effect on the psychosocial development of children, depending on the usage, adults' control and evaluation according to the behavior and knowledge of the professors. The aim of this study was to determine how technology influences psychosocial development in children schools. For the study, first a theoretical analysis of psychosocial and technological concepts was developed. Second, a qualitative study based on the observation was presented by the participant to a group of children in Quito. In the end, this study concludes that; even though technology is essential in these era, if not well directed towards the learning of children, this causes changes in their social and emotional behavior. Therefore, children need support from their family and teachers in order to learn an optimal use of technological gadgets. It concludes by recommending further study on the management of technology in the classroom and the support of teachers in the teaching-learning process through the Information, Technology and Communication.

Keywords: information technology and communication (ICT), psychosocial development, second childhood, family, school, education.

Introducción

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son mecanismos indispensables. Estos nuevos escenarios sociales se han convertido en una necesidad en todo ámbito laboral, médico, científico, educativo, etc.

La sociedad actual tiene un sinnúmero de cambios y dentro de ellos se encuentra el uso de la tecnología, siendo esta, clave en los espacios educativos de todo nivel. Pero es importante resaltar que no se debe utilizar de la misma manera y con la misma metodología en todos los salones de clases, puesto que se debe respetar la edad evolutiva de los educandos, su entorno educativo y su desarrollo personal.

Según Cabero (2007), los contextos educativos actuales deberán apostar por una integración crítica, en la cual se defina el qué, por qué y para qué de su incorporación y aprovechamiento. Se debe considerar la tecnología como medio y recurso didáctico, más no como la panacea que resolverá los problemas dentro del ámbito educativo, esto lleva a no sobredimensionar y establecer orientaciones para su uso, logrando así soluciones pedagógicas y no tecnológicas.

Por otra parte, la tecnología también puede causar cambios en el comportamiento social de los individuos, haciendo de ellos seres individuales en base a una menor comunicación con sus pares y un cambio de comportamiento si no se controla el uso correcto de los medios tecnológicos.

El impacto que puede causar las TIC en niños, niñas y adolescentes, datan de alrededor de 1930 con la influencia del cine, posteriormente la televisión, el uso de videojuegos, adicional a estos, en la actualidad celulares, computadoras, ipad (Paniagua, 2013), etc.

El término nativo digital, utilizado para las generaciones nacidas a partir del siglo XX (Prensky, 2001), permite tomar conciencia, de que quienes deben actualizarse son las generaciones previas a ellos, mismos que serán guías de los nuevos descendientes de la sociedad.

Según Paniagua

Parece irreversible el proceso que ha llevado a las jóvenes generaciones a protagonizar en primera persona la revolución que ha significado el desarrollo de las TIC. Los adultos han intentado adaptarse a esta nueva situación, con mayor o menor éxito, pero sin llegar a comprender, en muchos casos, que niños, niñas y adolescentes puedan estar atentos en forma simultánea a las diversas pantallas a las que tienen acceso y que su forma de pensar ha cambiado en relación con los jóvenes de anteriores generaciones, convirtiéndose en la denominada generación interactiva (2013, p. 687).

Tecnología de la información y la comunicación en niños, niñas y jóvenes

En la última década los cambios tecnológicos se han fortalecido en la educación, por tanto los niños, niñas y jóvenes de la nueva era digital se encuentran prestos para utilizar estos medios, que adicional a sus variadas funciones, tienen acceso a una red amplia como es el internet.

Los hogares con niños y niñas menores de edad cuentan con equipos que disponen de pantallas, siendo utilizados como medios de distracción, en ocasiones de aprendizaje y en otras de diversión, el medio digital se convierte en un equipo positivo para el niño cuando este es bien utilizado y controlado por un adulto, pero puede convertirse en un problema si este es utilizado por los niños, niñas y jóvenes sin previa vigilancia.

Para continuar con este estudio, se ha considerado importante tomar como base estudios de otras investigaciones en España y Europa en donde se hallaron los siguientes datos:

Según Paniagua (2013) nos explica, a los cuatro años de edad, el 30% de los niños y niñas usan el ordenador y el 20% accede a internet, entre los 10 y 15 años el 96% disponen de este soporte conectándose a la red en su gran mayoría (figura 1). Más de la mitad de estos niños, niñas y jóvenes, se conectan a diario al internet utilizando en mayor cantidad las redes sociales, seguido de videos en páginas como YouTube y continuando con páginas de juegos entre otras. Lo impresionante de la utilización de los medios digitales es que cada vez es mayor la cantidad de niños, niñas y jóvenes que acceden y aumenta la edad que la utiliza.

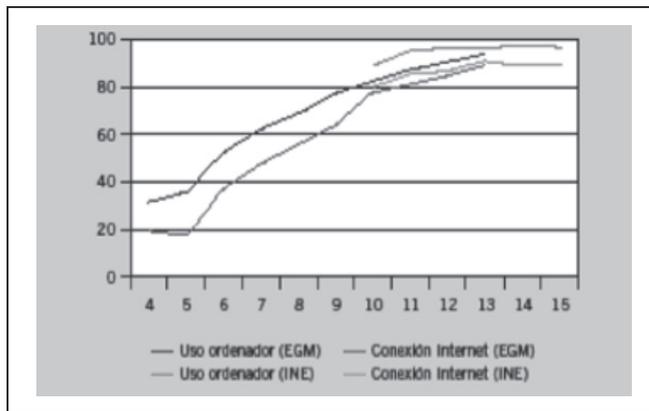


Figura 1. Uso del ordenador y conexión a internet en España entre los 4 y 13 años y entre los 10 y 15 años según encuestas EGM e INE, respectivamente.

Acceden desde su casa en primer lugar el 80%, desde el aula como segunda opción el 50% y, en menor medida, desde casas de amigos y familiares. La gran mayoría navega por Internet en solitario y cerca de la mitad de los accesos a la red desde el hogar se realizan desde una habitación no compartida. La media de uso diario de la red entre los 9 y 16 años es de 71 minutos, no observándose diferencias notables de género. El tiempo dedicado a la red se va incrementando con la edad, siendo menor de una hora por debajo de los diez años y superando los noventa minutos a partir de los quince años (Paniagua, 2013, p. 688).

Tabla 1. Progresión de las actividades en internet de los niños y adolescentes europeos

Tabla 1. Progresión de las actividades en Internet de los niños y adolescentes europeos
1. El 100% comienzan a usar Internet para sus trabajos escolares y videojuegos, solos o contra el ordenador
2. Posteriormente, el 86% añaden la visualización de <i>videoclick</i> , se inicia el uso de Internet como vehículo de información y entretenimiento
3. El 75% utilizan la red, además, como medio de comunicación, mediante redes sociales, mensajería instantánea o correo electrónico y para consultar noticias
4. El 56% añaden los juegos en línea con otros menores, descargan películas y música y realizan contactos con sus pares a través de <i>webcam</i> y colgar mensajes en el muro de una red social
5. Finalmente, un grupo más reducido, el 23%, hacen un uso más avanzado y creativo de Internet. Chatean, comparten o intercambian archivos, publican blogs o pasan tiempo en un mundo virtual

Fuente: EU Kids on line; 2011.

Fuente: Paniagua H. (2013) Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación (p. 688).

Por otra parte según estudios sobre las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los hogares latinoamericanos, existe una brecha digital, la que presenta dos dimensiones, la primera en base a los avances tecnológicos de cada país. Como es de conocimiento, los países más desarrollados cuentan con mejores medios tecnológicos y segundo por el nivel de ingreso y lugar de vivienda que de una u otra forma afecta al poder de adquisición de equipos tecnológicos y conexión de internet Sunkel (2006).

Problemas por el uso abusivo de las TIC

En líneas anteriores, se trató de la importancia y la utilidad que tiene la tecnología en estos tiempos, pero por otra parte el uso excesivo de las TIC, puede causar conductas adictivas y cambios de comportamiento, además aislamiento y poca comunicación con el entorno inmediato de la persona que utiliza los medios digitales.

La conducta adictiva se da por patrones de comportamiento en los cuales la persona que utiliza el medio digital pierde el control sobre el uso del mismo, creando ansiedad al momento de la ausencia del equipo tecnológico.

Cada medio tecnológico según las aplicaciones que tenga causará diferentes conductas adictivas.

En el caso de internet es definido como un patrón de comportamiento caracterizado por la pérdida de la señal o servidor, que generalmente son utilizados en computadores (Paniagua, 2013).

Por otra parte, los teléfonos digitales que usan servicio de internet y que cuentan con aplicaciones para recibir correos, mensajes, redes sociales, etc. es más complicado el análisis del patrón comportamental, ya que el dueño del medio tecnológico

reacciona según sus necesidades, pero es evidente que en muchos casos se presta mayor atención al uso digital que al entorno inmediato.

Para finalizar, pero no menos importantes están los aspectos de adicción a los videojuegos, en los que existen patrones de uso excesivo o abuso en el tiempo de la utilización del equipo tecnológico.

Desarrollo psicosocial de los niños y niñas en la segunda infancia

Ahora bien, después de haber analizado las TIC, debemos conocer el desarrollo de los niños y niñas de la segunda infancia y comprender el porqué del análisis psicosocial, según Erik Erikson, relacionado con la tecnología.

Características de los niños y niñas en la segunda infancia:

Según la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) la segunda infancia comprende entre los 7 y 12 años, edades en las cuales los niños y niñas son más independientes, usan el razonamiento lógico y algunas de sus características generales son:

- **Desarrollo de la motricidad:** Son niños y niñas que tienen mayor control sobre su cuerpo, disfrutan del juego libre en donde haya mucho movimiento, es innata la creatividad, por lo que son capaces de crear elementos de su imaginación utilizando medios del entorno o pintando dibujando, moldeando etc.
- **Desarrollo afectivo:** Proceso por el cual el niño construye (su yo), su autoestima, conciencia emocional, autonomía emocional y habilidades socio emocionales.
- **Desarrollo intelectual:** Procesos de razonamiento lógico, está en la capacidad de resolver problemas concretos o reales.
- **Desarrollo de la personalidad:** Esta es una etapa más tranquila en la cual el niño se relaciona pausadamente en el plano afectivo.
- **Desarrollo del aprendizaje:** Se encuentra en la etapa de operaciones concretas. (Linares, 2009).

Desarrollo psicosocial de Erik Erikson:

Según Erikson la vida tiene varias etapas presentadas como un ciclo de evolución de acuerdo a la madurez de la persona, estas son:

- Confianza básica vs. Desconfianza
- Autonomía vs. Vergüenza y duda
- Iniciativa vs. Culpa
- Laboriosidad vs. Inferioridad
- Búsqueda de Identidad vs. Difusión de Identidad

Para este estudio se tomó en cuenta la etapa de Laboriosidad vs. Inferioridad, la misma que corresponde a las edades de 5 a 12 años en donde el niño está conociéndose a sí mismo emocionalmente, por lo cual pasa por periodos de ansiedad normales para su edad, otorga mucho afecto, es sociable, pero a la vez puede sentirse insatisfecho al no cumplir con algún objetivo planteado. Este estadio es decisivo al hacer cosas junto con otros, lo que le permite desarrollar su sociabilidad y un sentimiento de competencia. 1/5 (2009) Network-Press.Org: <http://www.network-press.org>

Materiales y métodos

Para el logro del propósito de este estudio, se llevó a cabo una investigación de tipo cualitativa. Su implementación consistió en dos etapas. En primer término, se hizo un análisis teórico sobre el uso de las nuevas tecnologías en la sociedad y el desarrollo psicosocial del niño valiéndose de la teoría de Erikson. En segundo lugar seleccionando una de las zonas de la parroquia de Pomasqui, y apoyado por 25 padres de familia y 16 niños y niñas entre los 7 y 12 años; las técnicas utilizadas fueron: Focus group integrado por los padres de los niños y niñas en estudio y observación participante en la cual se analizó el comportamiento de los niños y niñas en tanto sujetos de investigación. Luego se procesaron y analizaron los datos con el fin de brindar recomendaciones para el uso de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Resultados

Al finalizar, en el estudio se justifica dos factores importantes en el desarrollo de los niños y niñas en la segunda infancia, los mismos que se describen a continuación:

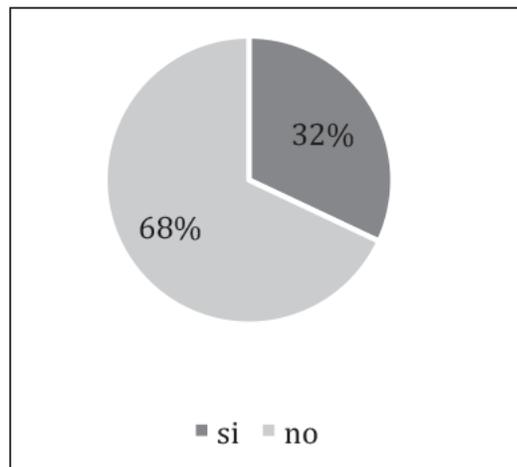


Figura 2. Participación familiar en el uso de TIC.
Fuente: Elaboración propia

Después de varios diálogos con los padres y una observación a los niños y niñas, se determina que la tecnología es utilizada como una herramienta de apoyo distractor para aquellos padres que por obligaciones sean en casa o laborales, ocupan la tecnología para que sus hijos se encuentren pasivos. Esto quiere decir que los niños no tienen a ningún adulto que verifique los programas que están viendo, escuchando o jugando. El 68% de los padres investigados no se encuentran junto a los niños y niñas para evaluar el contenido de la información que están recibiendo y lo más preocupante es que el 56% de los niños y niñas en estudio pasan entre 5 y 6 horas frente a equipos tecnológicos sin control, haciendo su jornada o rutinas más pasivas, con menos comunicación y en donde se pueden evidenciar problemas sociales. La jornada de estos niños y niñas es mirar alrededor de una a dos horas de televisión en la mañana, asistir a su centro de estudio y regresar a las actividades del hogar como son tareas y alimentación acompañados de 3 a 4 horas de uso de medios tecnológicos o televisión.

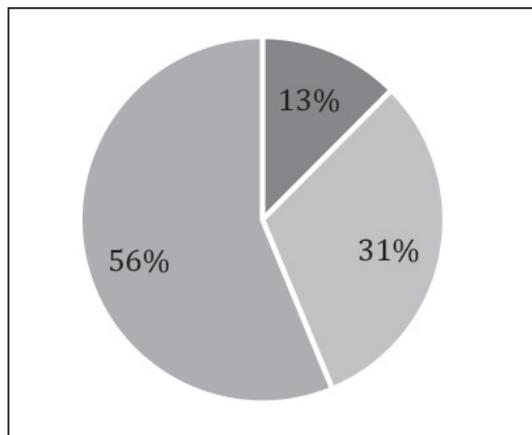


Figura 3. Horas al día-Uso de las TIC.

Fuente: Elaboración propia

Discusión

- Las TIC son elementos fundamentales en el desarrollo de la sociedad y de la misma educación, pero deben ser manejadas con total responsabilidad, siendo el adulto el único responsable del manejo de las mismas y un guía para el niño que las utiliza.
- Estas pueden ser utilizadas de diferentes formas y objetivos, lo importante es saber cuál es la finalidad de su uso en los niños y niñas, poner tiempos y conocer las aplicaciones y formas de manejo de las mismas.

- Tomando en consideración el aspecto psicosocial, si la tecnología no es utilizada correctamente, podemos causar daños en los aspectos sociales de comunicación observando cambios en el comportamiento de los niños y niñas, sean estos de agresividad o falta de atención.
- Recordar que las actividades sociales en el medio natural son fundamentales para el buen desarrollo y crecimiento de los niños.

Conclusiones

- Una de las sugerencias que se da a padres de niños y niñas menores de dos años es evitar el uso de las pantallas, estas causan molestias a la vista del niño, desconcentración, problemas de sueño.
- Los dormitorios deberán estar libres de pantallas, es recomendable tener los televisores o computadoras fuera de las habitaciones, para evitar realizar actividades fuera de horarios extendidos como son el uso a altas horas de la noche o exceso de horas del medio tecnológico.
- Los niños y niñas, deberán recibir el apoyo de padres o educadores, de ser el caso, para discernir sobre la información inexacta o falsa y estar alertado, sobre contenidos perjudiciales que se pueda encontrar en la red.
- Los videojuegos deberán ser adecuados para cada edad según el código PEGI.
- El teléfono móvil deberá ser usado prudentemente por los probables efectos dañinos de las radiaciones ionizantes emitidas.
- Los menores deben conocer los riesgos de seguridad y la probable invasión de la intimidad por el uso de las redes sociales (Paniagua, 2013).
- Los menores no deben ser considerados como víctimas pasivas de los riesgos del uso de las TIC, sino ser parte del problema y de la solución (Paniagua, 2013).
- Se debe procurar utilizar estrategias activas para un buen uso de las TIC, antes que soluciones de urgencia ante los problemas que pueda plantear su utilización (Paniagua, 2013).
- El niño deberá ser protegido de los peligros inherentes al uso de las tecnologías al igual que se le protege en la vida real.

Referencias

- Cabero, J. (2007). Las necesidades de las TIC en el ámbito educativo: oportunidades, riesgos y necesidades. *Tecnología y comunicación educativas*, año 21, 45, 5–7.
- Linares, A. (2009). *Desarrollo cognitivo: Las teorías de Piaget y Vygotsky*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Network–Press. Org. (2009). *Teoría psicosocial del desarrollo humano de Erik Erikson*. Recuperado de: [http://www.bcasas.org.pe/red/sites/default/files/ Teoria%20psicosocial% 20del%20desarrollo%20humano%20de%20Erik%20Erikson.pdf](http://www.bcasas.org.pe/red/sites/default/files/Teoria%20psicosocial%20del%20desarrollo%20humano%20de%20Erik%20Erikson.pdf)
- Paniagua H. (2013). *Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación*. Recuperado de: <http://www.pediatriaintegral.es/numeros-antteriores/publicacion-2013-12/impacto-de-las-tecnologias-de-la-informacion-y-la-comunicacion/>
- Prensky, M. (2001). Digital natives digital immigrants. *On the Horizon*, vol. 9(5), 1-6.
- Suárez, C. (2011). Evolución en el uso de las Tics: pasado, presente y futuro. Una experiencia en Programación Lógica. *Revista Electrónica de ADA*, vol. 5(4), 289–291.
- Sunkel, G. (2006). *Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación en América Latina. Una exploración de indicadores*. Chile: CEPAL.

El fortalecimiento de las competencias matemáticas y el uso de las tecnologías de la información y comunicación en estudiantes universitarios

Diego Fernando Zavala Urquiza

Universidad Central del Ecuador
dzavala@uce.edu.ec

Karlita Elizabeth Muñoz Correa

Universidad Central del Ecuador
kmunoz@uce.edu.ec

Recibido: 01 de septiembre de 2017 / *Aprobado:* 30 de noviembre de 2017

Resumen

La presente investigación busca determinar cómo las tecnologías de la información y comunicación (TIC) contribuyen a fortalecer el desarrollo de las competencias matemáticas en la formación del futuro docente de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, Matemática y Física, de la Universidad Central del Ecuador, entendiendo por competencia matemática aquellas habilidades y destrezas que permitan pensar, comunicarse y utilizar el lenguaje simbólico matemático, resolver problemas y utilizar herramientas y recursos. Para ello se realizó un estudio cuasi-experimental, planteando la siguiente hipótesis, si la utilización de las TIC es una herramienta significativa para el fortalecimiento de las competencias matemáticas de los estudiantes, la cual es contrastada utilizando una muestra de 13 estudiantes de un curso universitario, donde se expone los resultados del rendimiento académico en

dos asignaturas, la primera sin apoyo de las TIC y la segunda con apoyo de las TIC. En conclusión, se establece que el empleo de las TIC ha mejorado el rendimiento académico, aunque no de una manera significativa, considerando que el impacto de las TIC en el desarrollo de las competencias matemáticas en los futuros docentes deben ser acordes a los avances tecnológicos que supone el nuevo milenio.

Palabras clave: competencias matemáticas, tecnologías de la información y comunicación, docentes de matemática, didáctica de las matemáticas, matemática y competencias digitales.

Abstract

The present investigation looks into how to determine the way Information technologies and communication (ITC) contribute to strengthen the development of the mathematical competences in the formation of the future teachers of the Career of Pedagogics of the Experimental, Mathematical and Physical Sciences, of the Central University of Ecuador, understanding for mathematical competence those skills and workmanship that allow you to think, to communicate and to use the mathematical symbolic language, to solve problems and to use hardware and resources. For this endeavor a quasi-experimental study was realized, raising the following hypothesis, if the use of the ITC is a significant tool for the strengthening of the mathematical competitions of the students, one is confirmed using a sample of 13 students of a university course, which exhibits the results of the academic yield in two subjects the first one without support of the ITC and the second one with support of the ITC. In conclusion, it is established that the employment of the ITC has improved the academic yield, although not in a significant way, considering that the impact of the ITC in the development of the mathematical competitions in the future teachers must be in accordance with the technological advances that the new millennium supposes.

Keywords: mathematical competences, information technologies and communication, teachers of mathematics, didactics of the mathematics, mathematics and digital competences.

Introducción

Las universidades tienen la responsabilidad de integrar en sus procesos de enseñanza y aprendizaje estrategias creativas e innovadoras, debido a que en la sociedad del conocimiento, los valores y prácticas de creatividad e innovación desempeñan un papel importante para responder mejor a las nuevas necesidades del entorno social y educativo.

En la sociedad del conocimiento todos deben aprender a desenvolverse con ética, responsabilidad y habilidad, en medio de una gran cantidad de información y herramientas tecnológicas, sin olvidar el espíritu crítico y las capacidades cognitivas que permitan diferenciar la información importante de la que no lo es. Esto es particularmente importante en el caso de la formación del docente universitario por cuanto debe desarrollar competencias específicas de acuerdo a su especialidad para poder ejercerla de forma pertinente.

En el caso particular de la formación del futuro docente de Matemática y Física, se debe ir analizando cuáles son las estrategias metodológicas que generan un mayor desarrollo de las competencias matemáticas con refuerzo tecnológico. Ello debido a la presencia notoria de las tecnologías de la información y comunicación en el entorno educativo. De hecho se tienen estudios que han medido la integración de las TIC en el proceso de enseñanza de la matemática, como por ejemplo: Cruz y Puentes (2012) sostienen en su investigación que “el trabajo que los estudiantes pueden lograr con la ayuda de las TIC les permite obtener las competencias necesarias para resolver situaciones matemáticas, reorganizar su forma de pensar y desarrollar tanto sus habilidades para resolver situaciones, usar el lenguaje y herramientas matemáticas” (p. 135).

Drijvers en su investigación afirma que:

el optimismo presentado en el aprendizaje del estudiante conlleva los estudios hacia una visión realista y más llena de matices, este reconoce la sutileza de las relaciones entre el uso de la tecnología digital, el pensamiento del estudiante, y el trabajo con papel y lápiz enfocados en el proceso de aprendizaje de las matemáticas (2013, p. 492).

Además, García (2010) señala que “las nuevas generaciones requieren de habilidades para utilizar las TIC y esto ha dado origen al término de alfabetización digital” (p. 128).

Si bien la literatura científica de las últimas dos décadas sobre el uso de las TIC ha planteado el fortalecimiento de las competencias matemáticas en el proceso de formación docente, se considera necesario fortalecer las formas orientadas para armonizar el discurso tecnológico con el pedagógico y encontrar iniciativas prácticas que ayuden a conciliar el potencial de las TIC y la necesidad de su integración en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Si tomamos en cuenta las reflexiones anteriores, esta investigación busca abordar un problema aún inconcluso que genera un dilema y notables desafíos futuros. Para ello se plantea la pregunta de, si la utilización de las TIC es o no una herramienta significativa para el fortalecimiento de las competencias matemáticas de los estudiantes que finalizan su formación de pre-grado en la carrera de Matemática y Física.

Este análisis puede desarrollarse a partir de una revisión de las competencias matemáticas que según el proyecto (*Programme for International Student Assessment*) PISA debe poseer el estudiante universitario de esta área del conocimiento, tales como: resolución y planteamiento de problemas, razonar, comunicar, modelizar, representar, argumentar, demostrar, calcular, visualizar, etc., como resultado del uso y aplicación de las TIC.

El proyecto PISA contribuye con la evaluación de las competencias lectoras, matemáticas y científicas, enfocándose en la identificación de capacidades, habilidades y aptitudes, que juntas permiten al estudiante resolver problemas de la vida cotidiana. Para tener una familiarización adecuada de las competencias mencionadas, PISA las define de la siguiente manera: competencia lectora, es la capacidad de un individuo de comprender, utilizar y reflexionar sobre textos escritos, con el propósito de alcanzar sus objetivos personales, desarrollar sus conocimientos y sus capacidades y participar en la sociedad y la competencia en el área de las ciencias o científica que se fundamenta en la habilidad para manejar la información científica, la comprensión de la naturaleza del conocimiento científico, su importancia y limitaciones (OECD, 2006).

Para esta investigación nos fundamentaremos en la definición de competencia matemática según PISA

El concepto general de competencia matemática se refiere a la capacidad del alumno para razonar, analizar y comunicar operaciones matemáticas. Es, por lo tanto, un concepto que excede al mero conocimiento de la terminología y las operaciones matemáticas, e implica la capacidad de utilizar el razonamiento matemático en la solución de problemas de la vida cotidiana (OECD, 2006, p. 12).

Es por esta razón, que al basarnos en el proyecto PISA que auspicia (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) OECD, se está referenciando un estándar que intenta dar a conocer en cierta medida el uso que los alumnos puedan dar al conocimiento adquirido en situaciones de la vida cotidiana de acuerdo a acciones cognitivas de resolución de ejercicios matemáticos de nivel reproductivo, de conexión y de reflexión y no solo estar basados en los contenidos formales del plan de estudios de la asignatura de matemáticas.

Otro punto a considerar en este proceso es el propuesto por Sánchez, Espinosa, y Carmona (2014) en referencia a la evaluación educativa que manifiesta:

La evaluación del sistema educativo es un proceso que brinda información descriptiva, oportuna y útil sobre la importancia de la planificación, metas, ejecución e impacto de la educación. La evaluación nos ayuda a comprender los fenómenos educativos, reconocer las fortalezas y áreas de oportunidad del sistema para tener elementos que sean una guía para alcanzar una educación de excelencia (p. 6).

Si bien el proceso de evaluación genera datos de mucha importancia para la institución, el docente y el estudiante, deben enfocar estos resultados en la aplicación de procesos de mejora continua alineados hacia la excelencia académica.

Además, se debe considerar la caracterización de las estrategias didácticas fundamentadas en las TIC, utilizadas para el fortalecimiento de las competencias matemáticas. Es así que se debe tomar en cuenta que la tecnología sirve de nexo entre el docente y el estudiante a través de la interacción en su uso, generando así confianza en la manera de aplicar estas herramientas en el proceso didáctico de aprendizaje matemático.

Este impacto se analizará definiendo las competencias a desarrollar en el estudiante, las características de uso y comprensión de diferentes herramientas tecnológicas y su integración en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Para esto el docente debe actuar como agente didáctico organizando, diseñando e implantando situaciones que le permitan al estudiante desarrollar competencias a partir del uso de herramientas tecnológicas.

A continuación se definirá el término competencia, que según Zabala y Arnau (2007) es:

Aquello que necesita cualquier persona para dar respuesta a los problemas a los que se enfrentará a lo largo de su vida. Por tanto, competencia consistirá en la intervención eficaz en los diferentes ámbitos de la vida mediante acciones en las que se movilizan, al mismo tiempo y de manera interrelacionada, componentes actitudinales, procedimentales y conceptuales (2007, p. 42).

Otra definición tomada del proyecto *The Definition and Selection of Competencies* (DeSeCo) de la OCDE (2002), hace referencia a la competencia como la capacidad para responder a las exigencias individuales y colectivas enfocados en realizar una actividad o una tarea. Dichas competencias se basan en la combinación de habilidades cognitivas y prácticas interrelacionadas, conocimiento, motivación y valores, coordinados para actuar de manera eficaz.

Se puede decir que las competencias forman individuos capaces de aplicar sus conocimientos formales y no en la vida cotidiana, con la premisa permanente del aprendizaje continuo durante la vida.

Para este estudio partiremos del concepto de competencia matemática de la OCDE (2006), en la que se expresa que “la competencia matemática implica la capacidad de un individuo de identificar y entender el papel que las matemáticas tienen en el mundo, para hacer juicios bien fundamentados y poder usar e involucrarse con las matemáticas” (p. 12).

En tal sentido, la competencia matemática es vista como un concepto global que supone una visión del mundo y un modo de resolución de problemas. La matemática no constituye meramente una asignatura sino que supone su utilización en la vida cotidiana y una herramienta para el beneficio propio y colectivo.

El uso adecuado de las TIC permite a los estudiantes con pocas destrezas simbólicas y numéricas desarrollar estrategias para resolver problemas utilizando herramientas tecnológicas que proporcionan un mejor entendimiento, concibiendo que este proceso de integración no solo consiste en usar un recurso o herramienta, debido a que enlaza la forma en que aprendemos y enseñamos matemáticas (Hodges y Conner, 2011).

Según Sanz de Acedo (citado por Hernández, 2015), las nuevas tecnologías de la información y comunicación fortalecen el desarrollo de competencias cognitivas en los estudiantes. Debido al cambio de perspectiva en la forma de pensar y de alcanzar la información en base a la facilidad e interactividad que permite que el estudiante pueda incrementar sus conocimientos y construir nuevos saberes. En cuanto a las competencias de acción, fundamentadas en los conocimientos teóricos que adquiere el estudiante, se espera que desarrolle habilidades y destrezas en el uso de la tecnología encaminadas a dar respuesta a problemas de la vida diaria. (Hernández, 2015)

En tal sentido, se puede decir que la aplicación, integración y demás factores que se relacionan con el uso de las tecnologías de la información y comunicación, buscan el desarrollo de distintas competencias que se verán reflejadas en la cotidianidad de las personas.

Cabe considerar, por otra parte, que la didáctica de las matemáticas deberá observar las ideas del docente y sus redes de pensamiento, entrelazando la experiencia y el conocimiento en términos de un nexos cognitivo, ante esta situación Santos (1997) argumenta que:

Una meta fundamental del aprendizaje de las matemáticas es que durante sus experiencias los estudiantes desarrollen una disposición y apreciación para participar en actividades propias del quehacer matemático. En este contexto, es importante que aprendan a resolver y formular problemas en los que puedan aplicar estrategias y representaciones diversas que les permitan examinar soluciones y relaciones desde diferentes ángulos (Santos, p. 316).

La propuesta de Santos en el contexto de las estrategias y el establecimiento de problemas concretos, hacen parte de la comprensión entre las ideas y la experiencia del estudiante.

Ahora bien, haciendo uso de los indicadores utilizados en las pruebas PISA, se identifican tres niveles de complejidad: el nivel de reproducción, el nivel de conexión y el nivel de reflexión. El nivel de “reproducción” constituye el nivel básico; comprende la expectativa del aprendizaje focalizado en reproducir un proceso rutinario que no necesita relacionar datos; se fundamenta en la representación de problemas comunes, identificación de propiedades y objetos matemáticos, uso de algoritmos y ejecución de cálculos habituales. El nivel de “conexión” constituye el nivel medio y se fundamenta en relacionar la solución que el estudiante da a la

tarea con base en las capacidades requeridas en el nivel de reproducción. El nivel de “reflexión” consiste en relacionar la estrategia de solución que el estudiante utilizará, los procesos que empleará para resolver un problema. El estudiante plantea nuevas técnicas de solución y las aplica en diversos y nuevos escenarios, explora nuevas rutas de trabajo, emplea la heurística y comunica en forma verbal y escrita sus argumentos matemáticos. Este nivel implica producción y utilización del pensamiento creativo para resolver el problema (Goñi, 2009, p. 133).

Luego de una revisión de los diferentes estudios y proyectos, se puede decir que la aplicabilidad de las Tecnologías de la Información y comunicación, tienen diferentes grados de incidencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje, lo que conlleva a un supuesto en relación al desarrollo de competencias para este estudio de competencias matemáticas, además se podrá fundamentar en cómo el docente las aplica, cómo el estudiante las recepta y como las tecnologías se prestan para lograr este desarrollo en el estudiante y su aplicación en la vida diaria.

Materiales y métodos

Esta investigación corresponde a una investigación cuasi-experimental, que incluye una investigación de campo y una investigación documental-bibliográfica de carácter descriptivo y correlacional.

Se seleccionó una muestra de 13 estudiantes de octavo semestre de la titulación de la carrera de Matemática y Física de la Universidad Central del Ecuador durante los semestres académicos 2017-2017. La selección de las asignaturas en estudio fue motivada a la integración de las TIC en formación académica de los estudiantes.

Materiales: estructura y contenidos del cuestionario

Para la obtención de la información se ha utilizado los promedios de rendimiento académico del hemisemestre 1 y 2 de las dos asignaturas propuestas para este estudio.

Resultados

Los resultados, producto del análisis de promedios semestrales de las asignaturas de estudio, se analizan e interpretan, con la finalidad de dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación, realizando análisis univariantes y multivariantes de las variables de estudio que se presentan en cuadros estadísticos y gráficas, que permiten ilustrar los hechos estudiados, atendiendo a las características de los mismos.

Cuadro 1. Resumen de notas promedio de cursos evaluados

No uso de las TIC	Uso de las TIC	Incremento porcentual del rendimiento
64,04 %	84,29 %	8,31 %

Fuente: Autor

Cuadro 2. Estadísticas de muestras emparejadas

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	No uso de las TIC	12,8077	13	2,72380	,75545
	Uso de las TIC	16,8577	13	1,52641	,42335

Fuente: Autor

$$H_0: \mu_{\text{No uso de las TIC}} = \mu_{\text{Uso de las TIC}}$$

$$H_1: \mu_{\text{No uso de las TIC}} \neq \mu_{\text{Uso de las TIC}}$$

Cuadro 3. Prueba de muestras emparejadas: No uso de las TIC vs. Uso de las TIC

Prueba de muestras emparejadas									
Media		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1	No uso de las TIC - Uso de las TIC	-4,05000	3,31134	,91840	-6,05103	-2,04897	-4,410	12	,001

Fuente: Autor

Análisis: De acuerdo a los datos, se observa que la probabilidad Sig. Asintótica (bilateral) $p = 0,001$ es menor que el nivel de significación $\alpha = 0,05$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) de igualdad de medias entre las variables No uso de las TIC vs. Uso de las TIC de los estudiantes de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, Matemática y Física.

Conclusiones

En función de los resultados se determina que en la asignatura que se integró la TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje se obtuvo un mayor promedio de calificaciones.

Las TIC permiten crear recursos adaptados a cada estilo de aprendizaje de los estudiantes, como consecuencia de la caracterización y seguimiento en los procesos académicos de esta área del conocimiento.

A través de los resultados obtenidos se puede evidenciar una estrecha relación entre la tecnología, la matemática y su aprendizaje, quienes evidenciaron una propuesta diferente de aprender las matemáticas con el uso de las TIC.

La implementación de estrategias pedagógicas apoyadas con el uso de las TIC, permite mejorar el desempeño de los estudiantes y sus competencias matemáticas.

En el aprendizaje al usar las TIC en el salón áulico, se evidencia un incremento porcentual de rendimiento del 8,31% en la evaluación; generando un aprendizaje significativo que optimizan al conjunto de características pedagógicas y cognitivas en el proceso académico de las competencias matemáticas, identificando que es pertinente el uso de los mismos.

Finalmente, para lograr niveles de eficiencia, eficacia y fortalecimiento de las competencias matemáticas de los docentes, es necesario una actualización y perfeccionamiento en las tecnologías de información y comunicación que incidirán en la formación integral de los estudiantes, futuros profesionales en estas competencias matemáticas con apoyo en las TIC.

Referencias

- Cruz, I., y Puentes, Á. (2012). Innovación educativa: Uso de las TIC en la enseñanza de la Matemática Básica. *Revista de Educación Mediática y TIC*, 1(2), 127–144. Recuperado de: http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/11641/Ed-metic_vol_1_n_2_9.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Drijvers, P. (2013). Digital Technology in Mathematics Education: Why it Works (or doesn't). In *In Proceedings of the 12th International Congress on Mathematics Education*, 485–501. Seoul. Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-17187-6_8
- García, A. (2010). YouTube y el desarrollo de la competencia matemática. Resultados de una investigación cuasi experimental. *Contextos Educativos: Revista de Educación*, DOI: <http://dx.doi.org/10.18172/con.630>
- Goñi, J. (2009). 32-2 ideas clave. El desarrollo de la competencia matemática. *Educación Siglo XXI*, 27(1), 259-264. Recuperado de: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1jmyqWC5jYEC&oi=fnd&pg=PA77&d-q=Goñi,+J.+2009\).+32-2+ideas+clave.+&ots=G-moSHNwbS&sig=u7bvs7B-v0wUjrtGriReKNe_ddrw#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1jmyqWC5jYEC&oi=fnd&pg=PA77&d-q=Goñi,+J.+2009).+32-2+ideas+clave.+&ots=G-moSHNwbS&sig=u7bvs7B-v0wUjrtGriReKNe_ddrw#v=onepage&q&f=false)
- Hernández, G. (2015). Análisis del uso y manejo de la plataforma Moodle en docentes de matemáticas, para el desarrollo de competencias integrales en estudiantes de primaria. *Revista Q*, 10(19), 1–19. Recuperado de: <http://web.a.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=e-host&scope=site&authtype=crawler&jrnl=19092814&AN=117729307&h=-sIGqh6IblXvhhzoJ2brs6ioux%2b0cIRuFt9WM%2bIREAZu6pQA90Y1%-2f3pwT0Joy9k9jLaNyGhR21pH%2b9fJK0iVNQ%3d%3d&crl=c&re>

- sultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrINotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d19092814%26AN%3d117729307
- Hodges, T., & Conner, E. (2011). Reflections on a Technology-Rich Mathematics Classroom. *Mathematics Teacher*, 104(6), 432–438. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=EJ915488>
- OECD. (2002). *Definition and selection of competence (DESECO): Theoretical and conceptual foundations*. Paris. Recuperado de: <http://deseco.ch/bfs/deseeco/en/index/02.parsys.34116.downloadList.87902.DownloadFile.tmp/oeccdeseecostrategypaperdeelsaedcericd20029.pdf>
- OECD, (2006). El programa PISA de la OECD. Qué es y para qué sirve. *Oecd.org*, 1(1), 1–34. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>
- Sánchez, H., Espinosa, J., y Carmona, M. (2014). *Cédula de referencia prueba Ser bachiller*. Recuperado de: <http://www.liceocampusvirtual.net/pdf/serbachiller.pdf>
- Santos, M. (1997). La transferencia del conocimiento y la formulación de problemas en el aprendizaje de las Matemáticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 2(3), 11–30. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/140/14000302.pdf>
- Zabala, A., y Arnau, L. (2007). *Cómo aprender y enseñar competencias*. (E. Grao, Ed.). Recuperado de: <https://josedominguezblog.files.wordpress.com/2015/06/cc3b3mo-aprender-y-ense3b1ar-competencias.pdf>

Gestión de liderazgo de directivos y desempeño del docente-investigador en la educación superior: retos e interrogantes

Andrea Rocío Terán Tapia

Universidad Internacional SEK
aterantapia13@gmail.com

Diego Javier Terán Tapia

Universidad Internacional SEK
nomentira16@hotmail.com

Recibido: 01 de septiembre de 2017 / *Aprobado:* 30 de noviembre de 2017

Resumen

El propósito fundamental del presente trabajo de investigación es analizar, desde una perspectiva crítica, la gestión gerencial de directivos y el desempeño del docente-investigador en la educación superior. Estudio de caso: Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador UCE. Con la finalidad de lograr el propósito planteado se caracterizó la situación actual de los procesos de gestión gerencial de directivos y docentes relacionados con liderazgo, comunicación, trabajo en equipo, producción de conocimiento, entre otros aspectos, y lograr de esta manera una visión diagnóstica. Sobre la base de dicha información y fundamentados teóricamente en paradigmas y enfoques organizacionales inteligentes, principios de liderazgo, comunicación, toma de decisiones y de desarrollo organizacional e innovación, se pretende estructurar políticas orientadoras conducentes a la construcción de estrategias y metodologías para el fortalecimiento

de competencias gerenciales de los docentes. La metodología empleada se apoyó en lineamientos inherentes a la investigación cualitativa y cuantitativa, de carácter descriptivo. Entre los principales hallazgos se determina que las estrategias utilizadas para fortalecer las competencias de motivación de los docentes son limitadas e inciden en el desempeño profesional, así como en la generación de conocimiento, capacidad de aprendizaje y trabajo grupal, entre otras competencias.

Palabras clave: gestión de liderazgo, competencias gerenciales docentes, liderazgo, comunicación, producción de conocimiento, capacitación.

Abstract

The fundamental aim of this research is, from a critical perspective, to analyze the management of executives and the performance of the teacher-researcher in higher education. Case study: Faculty of philosophy, arts and Sciences of the education of the Universidad Central of the Ecuador UCE. In order to achieve the stated purpose the current state of the processes of management of principals and teachers related to leadership, communication, teamwork, production of knowledge, among other aspects was studied and characterized achieving a diagnostic view of the matter. On the basis of such information and theoretically based on paradigms and smart organizational approaches, principles of leadership, communication, decision making and organizational development and innovation, is intended to structure policies for leading and guidance in the construction of strategies and methodologies to strengthen management skills of teachers. The methodology relied on guidelines inherent in qualitative and quantitative and descriptive research. Among the main findings it was determined that the strategies used to strengthen the powers of motivation of teachers are limited and affect job performance, as well as the generation of knowledge, learning capacity and group work, among other competitions.

Keywords: leadership, teaching management skills, leadership, communication and training management.

Introducción

El capital humano es el mayor activo con que cuentan las organizaciones modernas, factores fundamentales que hacen que se cumplan los objetivos de las organizaciones.

Las organizaciones de educación en general, también son organizaciones donde existe capital humano que se relaciona directamente.

Las universidades como organizaciones no escapan a estos principios y presentan un ambiente, el cual recibe la influencia de directivos, investigadores, docentes, administrativos y de otros principios fundamentales como motivación, liderazgo, comunicación, capacitación, orientados a la toma de decisiones.

La Universidad Central del Ecuador UCE es una institución que debe considerar los cambios que se producen a nivel del mundo, debe hacer que se reformule su misión, visión, acorde a los nuevos escenarios.

La calidad de la gestión gerencial de liderazgo por parte de los directivos de la UCE, en el presente siglo, debe ser permanente, en los procesos de gestión académica y administrativa orientados al cumplimiento de los grandes principios de la institución.

Como resultado de los hallazgos de investigaciones empíricas, desarrolladas en esta línea de investigación, como plantea (Muro 2003 y Monagas, A. 2005) se cree necesario involucrar a todos los miembros de la universidad en procesos como: alta gerencia y gestión participativa, reflexiva, crítica, creativa, dinamizadora, pertinente y especializada, tendientes a optimizar las competencias gerenciales con visión científica, humanista y comprometida con el desarrollo local, regional y nacional.

Esto implica, internalizar, manejar conceptos y principios de gerencia, gestión gerencial, liderazgo, a fin de que las autoridades de la UCE asuman de forma abierta, contingencial en la comprensión de los procesos del trabajo organizacional, gerencial y social en contraposición a las posiciones tradicionales en la búsqueda de nuevas posibilidades que faciliten realzar la educación superior ecuatoriana.

En este sentido, la Universidad Central del Ecuador UCE como organización, tiene su propio ambiente o clima de trabajo, de allí la necesidad de diagnosticar sus procesos estructurales y funcionales, relacionados con procesos de gestión de liderazgo de directivos y proponer un sistema integrado gerencial para fortalecer las competencias gerenciales de los docentes y encontrar soluciones para los diversos posibles problemas que en esta área afectan la buena marcha de la organización, y de esta manera obtener altos niveles de calidad, eficiencia y eficacia educativa.

La Universidad Central del Ecuador es una institución protagónica en la dinámica de la nueva sociedad, denominada sociedad del conocimiento e información. Frente a la cantidad de nuevas demandas y desafíos, la UCE funciona y se desarrolla en contextos complejos, que hacen que la institución reformule su sistema académico universitario.

Por estas consideraciones, la investigación permitió describir, analizar e interpretar la naturaleza actual, la estructura y los procesos de cómo es y cómo se desarrolla la gestión gerencial de liderazgo por parte de los directivos de la Facultad de Filosofía de la UCE y cómo influye en el fortalecimiento de la gestión gerencial de los docentes y a partir de esa realidad (diagnóstico), se planteó un cuerpo estable de ideas de políticas y reflexiones alternativas transformacionales de procesos gerenciales y de liderazgo del talento humano de directivos de la UCE, para la optimización y fortalecimiento en la toma de decisiones, y potenciar las competencias gerenciales de los docentes.

Principios de la organización innovadora

Teóricamente se apoyó en principios planteados por Drucker (1999), Picón, G. (1994) y Guédez, V. (2003), quienes expresan que para lograr un cambio se requiere contar con una organización innovadora, que exige: a) Generar grandes principios y políticas que permitan construir el futuro. b) Estructurar métodos sistémicos de innovación, capacitación del capital humano. c) Generar estrategias que orienten la manera de la toma de decisiones. d) Generar políticas para disminuir la resistencia al cambio, esto es, buscar el equilibrio entre al cambio y la continuidad en las instituciones.

La gestión gerencial de liderazgo, está orientada en los siguientes fundamentos:

- A la productividad de conocimientos.
- Pertenencia del personal a la facultad.
- Interrelación eficiente directivos-subordinados.
- Potencia la producción de conocimiento y calidad.
- Eficiente comunicación de los docentes.
- Desarrolla las políticas de la facultad.
- Mejora de trabajo en grupo.

En este sentido, coincidiendo con los planteamientos expresados por Evans y Lindsay (2008, p. 72) la gestión de liderazgo de los directivos de la Facultad de Filosofía de la Universidad Central del Ecuador, se concibe como “un enfoque estratégico para adquirir, desarrollar, gestionar, motivar al personal y profesionales académicos y lograr el compromiso de los recursos claves de la organización”; dicho enfoque orienta al fortalecimiento de las competencias gerenciales conceptualizadas como el conjunto de conocimiento, habilidad, aptitud y actitudes (trabajo en equipo, motivación, generación de conocimiento entre otros) que los docentes universitarios deben poseer.

La alta gerencia y liderazgo de las organizaciones

El liderazgo de las organizaciones requiere de una visión diferente, no tradicional, apuntando al cambio, es decir, lo fundamental en la nueva concepción es el constante aprendizaje de todos sus miembros. Esto significa que a partir del aprendizaje se siente la necesidad de construir algo nuevo cada vez, y no el aprender para resolver problemas. (Senge 1998, en Ferrer y Pelekais 2004, p. 5)

El mismo autor señala que la importancia de contar con una visión de las organizaciones, significa contar con una idea rectora que el líder crea, transmitiendo valores y compromisos permanentes con la verdad. También transmitir los valores esenciales que regirán en la organización, debe partir del ejemplo, es decir, transmitir los valores que se poseen.

El desarrollo de una organización eficaz y exitosa hacia la ejecución de sus estrategias, depende en gran parte de una buena estructura interna y de personal competente en la fase de transmisión de su visión el líder debe ayudar a interpretar las nuevas perspectivas, y potenciar la realidad dándole una ventaja integradora (Ferrer Thaís, Pelekais Cira, 2004, p. 5).

“La alta gerencia debe reconocer, comprender y lograr tres objetivos fundamentales para asegurar una base firme en el éxito competitivo.” (Handscombe y Norman, 1999)

1. Estándares de rendimiento.
2. Creación de relaciones estratégicas.
3. Uso de las TIC.

Las instituciones de alta competitividad deben cumplir con los siguientes aspectos:

1. Gestiones corporativas.
2. Participación activa en la construcción de la misión y visión estratégica.
3. Liderazgo de alta gerencia.
4. Colaboración continua en el estudio estratégico.
5. Uso efectivo de las TICs.
6. Seguimiento a la implementación de las estrategias.
7. Logro de niveles de flexibilidad en la estructura organizacional.
8. Control de interrelaciones de los interesados.
9. Colaboración en las políticas del staff.
10. Seguimiento en la toma de decisiones.

En los actuales momentos, los directores de las instituciones, universidades, escuelas politécnicas de educación superior, tienen la gran responsabilidad de lograr

una gerencia eficiente y eficaz a través de procesos fundamentales de planificación, organización, ejecución y evaluación de las instituciones educativas, para lograr cumplir con las metas, misión y visión de las organizaciones.

En este sentido, las competencias gerenciales de los docentes (capacidad de conocimientos, habilidades, comportamientos y actitudes de los docentes universitarios) son importantes porque conlleva a desarrollar y potenciar la actividad académica en la Facultad.

En el gráfico 1 se inicia conceptualizando la competencia general sobre la gestión gerencial de los docentes, se explicitan las competencias específicas asociadas a los docentes de la Facultad de Filosofía (unidades de competencia), la misma que hace referencia a las actividades esenciales que desarrollarán los docentes y los conocimientos formales que deben poseer, y los parámetros de evaluación de las unidades de competencias: trabajo en equipo, motivación, generación de conocimiento y capacidad de aprendizaje apoyadas en los planteamiento teórico-conceptuales de Spencer y Spencer (1993).



Gráfico 1. Competencias teóricas de docentes.

Fuente: Modificado de Spencer y Spencer (1993) y Alles, M. (2005).

Elaborado: Los autores

Finalmente, es importante destacar que los docentes en educación superior y particularmente los docentes de la Facultad de Filosofía de la UCE, deben poseer e integrar en su gestión académica competencias básicas que permiten analizar, comprender y resolver problemas de la vida cotidiana y constituye un eje central para la toma de decisiones.

Materiales y métodos

La metodología se apoyó en una investigación multidimensional, multireferencial e interpretativa (cuali-cuantitativa), de tipo cuasi-experimental, que incluye además, una investigación de campo, documental-bibliográfica de carácter descriptivo.

Para caracterizar la gestión de liderazgo de directivos y las competencias gerenciales de docentes de la facultad, se consideró una muestra conformada por 62 ítems estructurados en una escala aditiva, denominada tipo Likert. La confiabilidad que se obtuvo fue $\alpha = 0,993$ (modelo alpha de Cronbach) que según Guilford (1956) es altamente confiable y, la validez se realizó mediante el juicio de expertos.

Desde la perspectiva cuantitativa, se determinó 9 factores o constructos, con sus respectivas variables (cuadro 1) y, posteriormente se realizó el análisis de regresión lineal múltiple para determinar la asociación lineal entre la variable dependiente LIDERAZGO DE DIRECTIVOS sobre el conjunto de las variables independientes que más aportan al modelo MOTIVACIÓN y TRABAJO EN EQUIPO.

Cuadro 1. Matriz de constructos

CONSTRUCTOS	VARIABLES AGRUPADAS
Constructo 1	Efectividad Gestión Gerencial (Liderazgo)
Constructo 2	Efectividad Gestión Gerencial (Comunicación)
Constructo 3	Efectividad Gestión Gerencial (Toma de Decisiones)
Constructo 4	Efectividad Gestión Gerencial (Trabajo en Equipo)
Constructo 5	Efectividad Gestión Gerencial (Motivación)
Constructo 6	Efectividad Gerencial (Seguimiento y Evaluación)
Constructo 7	Generación de Conocimiento
Constructo 8	Gestión del Cambio, Desarrollo Organizacional e Innovación
Constructo 9	Capacidad de Aprendizaje

Fuente: Encuestas aplicadas

Elaborado: Los autores

Desde la perspectiva cualitativa, se estructuró 5 dimensiones que conformaron las familias y categorías madre-emergentes, explicitadas en el cuadro 2, dicho proceso se realizó aplicando las técnicas de análisis de contenido, para establecer esquemas conceptuales colectivos que emergieran de las mismas respuestas, con la amplitud suficiente para sistematizar la totalidad de los aportes y estructurar su codificación apoyada en el software ATLAS-ti". (Bartolomé, 1990, p. 321)

Cuadro 2. Matriz de dimensiones vs. Categorías madre – emergentes

DIMENSIONES	CATEGORÍA MADRE - EMERGENTES
Familia 1	Procesos de gestión de liderazgo de los directivos de la Facultad de Filosofía de la Universidad Central de Ecuador
Familia 2	Políticas para potenciar las competencias gerenciales de los docentes de la Facultad se transforme en una organización inteligente
Familia 3	Fortalezas y debilidades de la gestión gerencial y desempeño de los docentes de la Facultad
Familia 4	Sistema de seguimiento y evaluación del desempeño profesional de los docentes
Familia 5	Estrategias y metodologías que permiten el fortalecimiento de competencias gerenciales de los docentes de la Facultad

Fuente: Entrevistas aplicadas

Elaborado: Los autores

El sentido de análisis de la información consiste en reducir, categorizar, sintetizar y comparar la información con la finalidad de obtener una visión lo más completa posible de la realidad objeto de estudio.

Resultados y Discusión

En este acápite se realiza el análisis y discusión de los resultados desde las perspectivas cuantitativas y cualitativas, apoyados con el software IBM SPSS Statistics Base y software ATLAS.ti respectivamente.

Perspectiva cuantitativa

Se realizó el análisis de regresión lineal múltiple y se obtuvo una medida de asociación lineal entre la variable dependiente LIDERAZGO DE DIRECTIVOS sobre el conjunto de las variables independientes MOTIVACIÓN y TRABAJO EN EQUIPO, y los resultados obtenidos se expresan en los cuadros 3, 4 y 5.

Cuadro 3. Resumen modelo

Resumen del modelo ^b									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticas de cambios				
					Cambio de cuadrado de R	Cambio en F	df1	df2	Sig. Cambio en F
1	,905 ^a	,820	,814	,35605	,820	134,286	2	59	,000

a. Predictores: (Constante), MOTIVACIÓN, TRABAJO EN EQUIPO
 b. Variable dependiente: LIDERAZGO DE DIRECTIVOS

Cuadro 4. Anova

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	34,047	2	17,024	134,286	,000 ^b
	Residuo	7,480	59	,127		
	Total	41,527	61			
a. Variable dependiente: LIDERAZGO DE DIRECTIVOS						
b. Predictores: (Constante) MOTIVACIÓN, TRABAJO EN EQUIPO						

Cuadro 5. Coeficientes modelo

Coeficientes						
Modelo	B	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		Error estándar	Beta			
1	(Constante)	,108	,266		,404	,688
	TRABAJO EN EQUIPO	,920	,123	,853	7,491	,000
	MOTIVACIÓN	,061	,116	,060	,526	,601
a. Variable dependiente: LIDERAZGO DE DIRECTIVOS						

Fuente: Análisis de datos

Elaborado: Los autores

De los resultados se infiere que el grado de asociación lineal entre la variable independiente y el conjunto formado por las variables TRABAJO EN EQUIPO y MOTIVACIÓN es próximo a 1 (0,905 en la tabla Resumen del modelo). Por otro lado, la proporción de variabilidad de la variable dependiente explicada, mediante el modelo lineal, por el conjunto de las dos variables es muy alta.

Siendo la combinación lineal, variables en la ecuación:

$$\text{LIDERAZGO} = \beta_1 \text{TRABAJO EN EQUIPO} + \beta_2 \text{MOTIVACIÓN} + \beta_0$$

$$\text{LIDERAZGO} = 0,920\text{TRABAJO EN EQUIPO} + 0,061\text{MOTIVACIÓN} + 0,108$$

Dado que el coeficiente de regresión tipificado para la variable TRABAJO EN EQUIPO (Beta = 0,920) es mayor, en valor absoluto, que el de la variable MOTIVACIÓN (Beta = 0,060), la contribución de la primera variable al modelo es mayor.

Perspectiva cualitativa

El proceso de análisis de contenido se realizó mediante la metodología hermenéutica, conceptualizada como una disciplina de la interpretación de los textos, para comprender el todo, comprender la parte y el elemento y, más en general, es preciso que texto y objeto interpretado, y sujeto interpretante, pertenezcan a un mismo ámbito, de una manera que se podría calificar de circular a la comprensión, por consiguiente la forma del lenguaje se concibe como agente existencial mediador de la experiencia hermenéutica (Arráez, Calles, Moreno de Tovar, 2006, p. 171).

En este sentido, en el trabajo de investigación se realizó una interpretación hermenéutica de los contenidos, producto del discurso de los diferentes actores clave, responsables de los procesos de la gestión de liderazgo de los directivos.

Mediante técnicas de análisis de contenido se procesaron las entrevistas. Al respecto cabe destacar que en la transcripción de la información se mantuvo la originalidad de expresión de los entrevistados.

El procedimiento para el análisis de los entrevistados contempló, como expresa Terán (2012), las siguientes fases:

- Delimitación de las categorías a partir de las lecturas del texto llevándose a cabo la transcripción literal del mismo.
- Organización de las categorías en una tabla de co-ocurrencia de códigos, citas y memos.
- Generación de redes de códigos y nodos.
- Análisis y conclusiones a partir de los fragmentos codificados.

En las siguientes gráficas se establecen las relaciones entre citas, categorías, co-ocurrencias, familias y finalmente se estructuran las redes semánticas, que orientaron al planteamiento de la teoría.

El procedimiento del análisis hermenéutico de la información de los entrevistados claves, se realizó mediante el uso del software ATLAS.ti. En función del guión de entrevista aplicado a directivos y docentes de la facultad se procedió a determinar las categorías, como resultados del análisis comparativo continuo, como plantea Terán (2012) y Straus y Corbin (1967), las mismas que quedan estructuradas mediante matrices de relaciones de categorías madre y emergentes, en función de la opinión desde una perspectiva crítica de los informantes clave:

Para construir teorías a partir de redes complejas se procedió a realizar una a) Codificación abierta: que consiste en conceptualizar y reducir la información (entrevistas en profundidad) en términos de sus propiedades y dimensiones lo que se denomina categorización; b) Codificación axial: proceso en el cual se estructuran y relacionan las categorías versus categorías. Inicio de generación de redes entre conceptos, categorías y categorías-categorías, es decir, se comienza a la estructuración de la teoría; finalmente se integra la teoría.

En la integración, las categorías son organizadas alrededor de un concepto explicatorio, con la intención de formar un gran esquema teórico. Se pone en conjunción todas las categorías.

Se resume el análisis hermenéutico de la dimensión GESTIÓN LIDERAZGO DIRECTIVOS relacionado con la dimensión GESTIÓN GERENCIAL DOCENTES:

CATEGORÍA: Procesos de gestión de liderazgo de los directivos de la Facultad de Filosofía de la Universidad Central de Ecuador

DIMENSIONES MACRO: Gestión liderazgo vs. Gestión gerencial docentes

CODIFICACIÓN: Abierta-axial y selectiva

CONCEPTO ANALIZADO: Liderazgo directivo

DIMENSIÓN: Gestión liderazgo directivo

DESCRIPCIÓN: Network-View: Gestión de liderazgo directivo

Total number of nodes: 11

Codes (27):

Caracterización del gerente {10-1}~

RT-Director {64-2}~

Quotations [text] (12):

3:21 R1: Política afirmativa orientada a solucionar... (21-27)

7:30 R7: Cumplir con misión... en la toma de decisiones... (41:47)

6:15 R1: Trabajo en forma conjunta interdisciplinaria de apoyo... (65:68)

7:3 R5: Coordinación con organismo Ministerio de Educac... (48:51)

5:7 R4: Políticas que estimulan a los docentes... (54:57)

Super-Codes (1):

Familia 1: Gestión de liderazgo Directivos {-3}~

Presentación de Network:

Procesos de gestión de liderazgo de los directivos

En el gráfico 2 se determinan las principales herramientas incluyendo en cada código las citas asociadas, así como la densidad de las mismas. Además, se presenta la red semántica de la familia ligado a los procesos de GESTIÓN LIDERAZGO DIRECTIVOS de la facultad, que fue estructurada en función de los criterios opináticos de directivos de la facultad de acuerdo al guión de entrevista enfocados a la contextualización de la gestión de liderazgo de los directivos de la Facultad de Filosofía de la UCE considerando aspectos como: liderazgo, toma de decisiones, generación de conocimiento para el logro de la gestión del cambio, desarrollo organizacional e innovación, así como procesos de comunicación, trabajo en equipo, motivación y capacidad de aprendizaje.

Al respecto, desde la perspectiva de los informantes clave, se destacan criterios relevantes los cuales coinciden en afirmar que: *los procesos de gestión de liderazgo de los directivos de la facultad este tipo de políticas lo que hace es estimular al docente o administrativo para que pueda ir mejorando y capacitándose permanentemente para cumplir con su misión que tienen con la práctica pre-profesional; la toma de decisiones efectiva no haga que se desperdicie recursos para poder solucionar dificultades; debe existir una política afirmativa que le permita subsanar las dificultades; el trabajar de*

una forma conjunta con equipos con comisiones en talleres construyendo conexiones y coordinación con el organismo que rige la educación del país con directivos de los ministerios de Educación general y Municipal, con los cuales se tienen algunos convenios.

En suma, los directivos y profesores, consideran que la gestión de liderazgo de los directivos de la facultad fortalece la gestión gerencial de los docentes y es necesario complementar dichas fortalezas mediante procesos de capacitación en estrategias para una eficiente gerencia educativa.

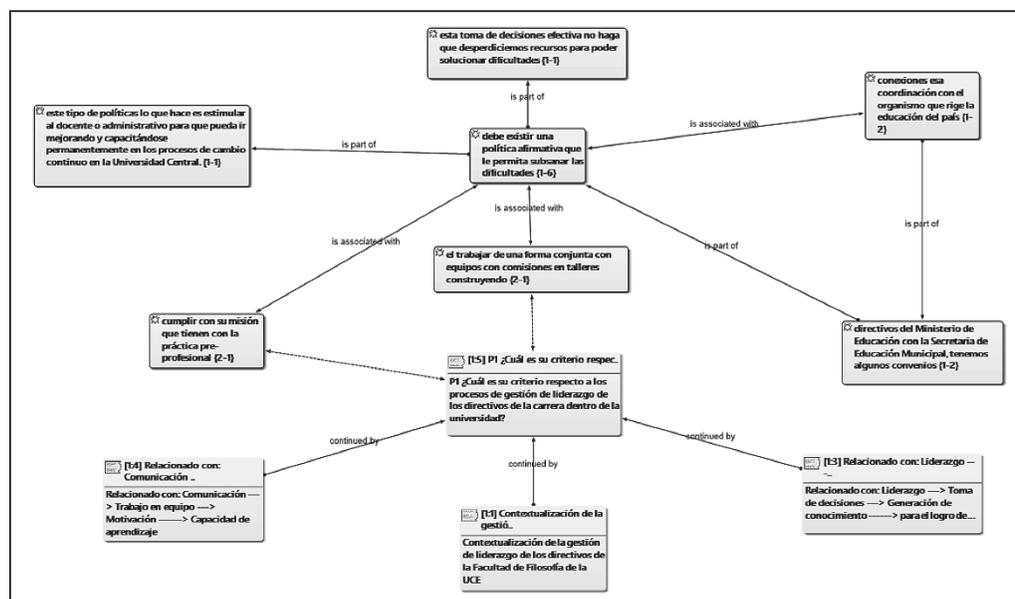


Gráfico 2. Procesos de gestión de liderazgo de los directivos.

Fuente: Entrevistas aplicadas

Elaborado: Los autores

Conclusiones

Considerando el análisis de los resultados y las respuestas obtenidas se llegó a las siguientes conclusiones:

- El personal directivo tiene la acreditación profesional y el dominio de conocimientos teóricos conceptuales relacionados con los procesos que conforman las habilidades administrativas técnicas, humanas y conceptuales, sin embargo, es necesario fortalecer las destrezas, habilidades necesarias para aplicar dichos procesos de modo que se perciba una gestión gerencial eficiente y eficaz orientada hacia al fortalecimiento de la gestión gerencial de los docentes en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en la producción de conocimiento de los docentes y, búsqueda de políticas de mejora en la calidad de la educación que se ofrece en la facultad.
- La comunicación se da frecuentemente en forma limitada (48,4%) con poca

retroalimentación según la percepción de los docentes, aunque desde la opinión de los directivos es bidireccional.

- Las estrategias utilizadas para desarrollar la competencia de motivación de los docentes son limitadas e incide en el desempeño profesional, así como la generación de conocimiento, la participación en la toma de decisiones y el trabajo en equipo, pese a la percepción diferente que tienen los directivos en estos aspectos.
- Los procesos para la definición de los objetivos, metas, principios, proyectos académicos de la facultad y de las carreras, debe contar con la participación más activa y especializada de los docentes de las diferentes carreras mediante el trabajo en equipo planteando propuesta (46,8%) para el cambio en la facultad.
- Los procesos de gestión gerencial de los docentes son limitados por falta de una estructuración técnica sobre competencias que deben poseer los docentes de la facultad relacionados con trabajo en equipo, motivación, liderazgo, competencias investigativas apoyados en las tecnologías de la información y comunicación.

Referencias

- Alles, M. (2005). *Gestión por competencias. El diccionario*. Buenos Aires: Ed. Granica.
- Arráez, M., Calles, J. y Moreno de Tovar, L. (2006). La hermenéutica: una actividad interpretativa. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, vol. 7, núm. 2, p. 171, Universidad Pedagógica Experimental. Caracas, Venezuela.
- Bartolomé, M. (1990). *Elaboración y análisis de datos cualitativos. Aplicación a la investigación-acción*. Barcelona: Universidad.
- Drucker, P. (1999). *Los desafíos de la gerencia para el siglo XXI*. Barcelona: Editorial Norma.
- Evans, J. y Lindsay, W. (2008). *Administración y control de la calidad*. 9a. edición. p. 72
- Ferrer Thaís, Pelekais Cira. (2004). *Tendencias gerenciales y la gestión universitaria*. Redalyc. Universidad del Zulia. Venezuela.
- Guédez, V. (2003). *Aprender a emprender*. Venezuela: Planeta Venezolana.
- Guilford, J. (1956). *Fundamental statistics in psychology and education*. New York: Mc Graw-Hill. Book Company, Inc.
- Handscombe y Norman (1999). *Tendencias gerenciales*. Redalyc. https://www.researchgate.net/...gerenciales_y.../55428f550cf24107d394729d.pdf, p. 5.
- Monagas, A. (2005). La gerencia universitaria ante el cambio institucional. Artículo, pp. 151-171.
- Muro, X. (2003). *Gerencia universitaria: Estudio desde una perspectiva crítica en educación superior*. Trabajo de Grado de Doctorado no publicado, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas, Venezuela.
- Picón, G. (1994). *El proceso de convertirse en universidad: Aprendizaje organizacional en la universidad venezolana*. Caracas, Venezuela: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

- Spencer, L. y Spencer, S. (1993). *Competence at work, models for superior performance*, John Wiley and Sons, Inc. USA.
- Straus y Corbin (1967). *Teoría fundamental*. México: Editorial McGraw Hill.
- Terán, G. (2012). La “Grounded Theory” como estrategia de construcción de teorías mediante redes. *Revista EIDOS*. No. 4.

Uso de plataformas virtuales como herramienta de apoyo didáctico en el proceso de aprendizaje

Yolanda Azucena Borja López

Universidad Central del Ecuador
yaborja@uce.edu.ec

Gonzalo Federico Gutiérrez Constante

Universidad Central del Ecuador
gfgutierrez@uce.edu.ec

Fátima Aurora Haz López

Escuela Politécnica del Ejército
fatimahaz64@gmail.com

Recibido: 01 de septiembre de 2017 / *Aprobado:* 30 de noviembre de 2017

Resumen

El propósito de la investigación determinó que el uso de las plataformas virtuales incrementa el aprendizaje significativo de los estudiantes de primer semestre de las carreras de Informática, Psicología Educativa y Ciencias Naturales; el uso de la plataforma virtual como recurso tecnológico en su proceso de aprendizaje, permitió desarrollar actividades virtuales con estrategias y metodologías apropiadas que permitan mejorar la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes. El desarrollo del curso de TIC fue impartido en modalidad bimodal. El estudio se da en la Universidad Central del Ecuador, con la participación de 71 estudiantes de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación en el periodo académico abril-agosto 2016. Los estudiantes que participaron en esta actividad utilizan la tecnología, su mayor parte para aspectos relacionados a su vida

personal, familiar, social y muy relativo en lo profesional; utilizando en gran medida las redes sociales como Facebook, Instagram, Twitter y Whatsapp. Particular que dio realce a la actividad al incluir aspectos básicos sobre el manejo y uso de las TIC. Se evidenció que la interacción presencial no es el único canal comunicativo que garantiza aprendizajes efectivos, más allá del incremento de habilidades tecnológicas.

Palabras clave: plataformas virtuales, herramientas de apoyo a la enseñanza, enseñanza-aprendizaje.

Abstract

The purpose of the investigation determined that the use of virtual platforms increases the significant learning of the first semester students of the Computer Science, Educational Psychology and Natural Sciences; the use of the virtual platforms as technological resources in the learning process allowed to develop virtual activities with appropriate strategies and methodologies that led to the improvement of the quality regarding the teaching-learning process. The TICs course developed in a bimodal mode. The study took place at Central University in Ecuador with the participation of 71 students from the Faculty of Philosophy, Literature and Educational Sciences in the academic period April-August 2016. The students who participated in this activity use technology, mostly for aspects related to their personal, familiar, social and professional life; using largely social networks like Facebook, Instagram, Twitter and Whatsapp. Particular emphasis was given to the activity by including basic aspects on the management and use of ICT. It was evidenced that face-to-face interaction is not the only communicative channel that guarantees effective learning, beyond the increase of technological abilities.

Keywords: virtual platforms, teaching support tools, teaching-learning.

Introducción

El uso de las tecnologías día a día adquiere importancia en las actividades diarias sobre todo en la educación superior donde surgen cambios continuos en los procesos educativos que exigen la utilización de medios tecnológicos para generar aprendizaje fortaleciendo los procesos de aprendizaje.

La Unesco 2013 menciona que los objetivos del área educativa son mejorar la calidad de la educación superior diversificando contenidos y métodos que originan la experimentación, innovación, difusión, el uso compartido de información y las buenas prácticas.

Las tecnologías de la información y la comunicación ofrecen la posibilidad de interacción de los estudiantes entre sí y con el docente, promoviendo una actitud activa, a una búsqueda y replanteamiento continuo de contenidos y procedimientos (Palomo, R., Ruiz, J., Sánchez, J., 2006), que ofrecen herramientas y conocimientos necesarios para la realización de tareas, aumentan la participación y desarrollo de su iniciativa, que les permita filtrar información, seleccionar y tomar decisiones (Bautista, 2007).

Por esto, las TIC se están convirtiendo en herramientas cada vez más indispensables en las instituciones de educación superior, porque sirven de apoyo didáctico, permiten intercambiar trabajos, ideas, información diversa, procesadores de texto, editores de imágenes, de páginas web, presentaciones multimedia, utilización de aplicaciones interactivas para el aprendizaje, recursos en páginas web y visitas virtuales, sólo para mencionar algunas. Esto implica un esfuerzo pues se requiere del rompimiento de estructuras mentales para adaptarse a una nueva forma de enseñar y aprender. Porque con la llegada de las nuevas tecnologías, el énfasis de la profesión docente ha cambiado desde un enfoque centrado en el profesor y basado en clases magistrales, hacia una formación centrada principalmente en el alumno dentro de un entorno interactivo de aprendizaje.

En la perspectiva del aprendizaje la utilización de las TIC, tiene grandes ventajas: interés, motivación, interacción, continúa actividad intelectual, desarrollo de la iniciativa, mayor comunicación entre profesores, alumnos y alumnas, aprendizaje cooperativo alto grado de interdisciplinariedad, alfabetización digital y audiovisual desarrollo de habilidades de búsqueda y selección de información, mayor contacto con los estudiantes, actualización profesional (Salinas, 1997).

La inserción de las TIC puede reportar beneficios para alumnos, docentes y la comunidad educativa en general (Harasim et al., 2000). En el caso de los docentes, las tecnologías ponen a su disposición diversos recursos digitales como software, documentos, páginas web, que facilitan la participación en redes de docentes y apoyan el trabajo de proyectos en forma colaborativa con otros centros educativos (Hepp,

2003). A los estudiantes les permite aprender de manera significativa y solucionar problemas cotidianos (Díaz-Barriga y Hernández, 2002), a la comunidad educativa, favorece la conformación de redes de aprendizaje, las cuales pueden ofrecer variadas posibilidades comunicativas que logran impactar no sólo los aspectos tecnológicos, sino que también incide en los sujetos que aprenden (Arriaga, Minor y Pérez, 2012).

La investigación es pertinente porque contribuye al análisis de las ventajas, desventajas y limitaciones de la implementación de una didáctica apoyada en el uso de la plataforma virtual para asegurar aprendizajes duraderos, así como las prácticas de aula en la Facultad de Educación, tanto las que se encuentran enmarcadas en la enseñanza tradicional como las que utilizan la mediación tecnológica. Es relevante, porque favorece al cambio de paradigma de los docentes con relación a la utilización de las TIC en sus prácticas pedagógicas cotidianas como una estrategia capaz de desarrollar competencias básicas y tecnológicas, lo que puede conducir progresivamente a la modificación del paradigma de enseñanza tradicional existente dentro del currículo universitario, por uno más flexible, que utilice las herramientas tecnológicas disponibles, que combine apropiadamente el aprendizaje presencial y virtual o aprendizaje semipresencial y propicie el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias comunicativas y digitales. Además, contribuya al incremento de posibilidades de trabajo en el aula y fuera de ella, como el trabajo colaborativo y la investigación en red.

Se buscó determinar las actitudes de los estudiantes acerca de la utilización de una plataforma virtual como apoyo a la clase presencial o *Bended Learning*, considerando que en la actualidad los docentes de la universidad emplean en el proceso de enseñanza aprendizaje las TIC, pero en modalidad presencial y muy pocos docentes hacen uso de la plataforma institucional como herramienta de apoyo al desarrollo de la clase presencial. Además, permitió identificar las dificultades que encuentran en el manejo de la plataforma, así como las herramientas que ofrecen mayores beneficios a los estudiantes en su aprendizaje.

Estrategias de aprendizaje

La presente investigación se realiza por la necesidad de integrar las TIC como herramienta de apoyo didáctico en el proceso de enseñanza aprendizaje, específicamente en la educación superior y pretende ser un aporte a los nuevos procesos pedagógicos necesarios en las aulas con el propósito de aprovechar las oportunidades que mejoren el aprendizaje de los estudiantes de la Universidad Central del Ecuador estimulando sus habilidades en beneficio de la construcción de conocimientos utilizando herramientas tecnológicas. La información se recolecta a través de instrumentos de investigación para conocer el proceso de enseñanza actual de la institución.

Las estrategias de aprendizaje utilizadas son las siguientes:

- 1. Comunicación.-** Permitió al estudiante estar en constante interacción con el docente a través de medios sincrónicos y asincrónicos como los que señalan a continuación.
 - Chat
 - Correo electrónico
- 2. Participación.-** La estrategia permitió que los estudiantes trabajen en quipo resaltando el aprendizaje colaborativo ya que se formó grupos de trabajo para que realicen las actividades.
 - Trabajo en equipo
 - Aprendizaje colaborativo
- 3. Organización.-** Permitió a los estudiantes organizar las tareas que tenían que efectuar y para ello realizaron revisión de fuentes bibliográficas para posteriormente hacer las siguientes acciones:
 - Sintetiza información
 - Análisis crítico
 - Interpretación

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló desde el enfoque cuantitativo, elaborándose un análisis completo de la situación y a partir de la información obtenida se realiza una descripción focalizada de la realidad estudiada.

La unidad de análisis está conformada por los estudiantes de primer semestre de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Universidad Central del Ecuador. El método empleado en la investigación es el analítico–sintético que facilitó el análisis de la información recabada en libros, internet y la información recopilada al aplicar la encuesta.

La técnica empleada es la encuesta cuyo objetivo fue realizar un diagnóstico sobre el estado actual del proceso de aprendizaje con el fin de recopilar información sobre el uso de las TIC en dicho proceso.

Estrategias de evaluación

Las estrategias empleadas para evaluar procesos y productos fueron empleadas en la fase virtual en las diferentes actividades realizadas por los estudiantes.

La fase presencial se empleó para dar las indicaciones generales y las clases magistrales de las temáticas presentadas en la planificación, por lo tanto no existe evaluación.

Resultados

Se aplicó el instrumento para la recolección de la información, lo que permitió describir algunos resultados extraídos del tratamiento e interpretación de los datos; esta interpretación se dio a través de un análisis estadístico que permitió llegar a las conclusiones de la investigación donde se muestra la apreciación que tienen los estudiantes en el uso de plataformas virtuales como herramienta de apoyo didáctico en el proceso de aprendizaje.

En base al cuestionario aplicado se puede notar que los estudiantes actualmente utilizan los recursos tecnológicos en su proceso de aprendizaje como se muestra en el cuadro 1 y gráfico 1.

Cuadro 1. Uso de plataformas virtuales en el aula

	SIMPRE	CASI SIEMPR	AVECES	NUNCA
UTILIZA RECURSOS TECNOLOGICOS	46	17	3	5
REALIZA ACTIVIDADES VIRTUALES	36	24	6	5
UTILIZA INFORMACION APROPIADA	34	34	3	0
DEFINE GLOSARIO DE TERMINOS	43	23	1	4
UTILIZA BASES DE DATOS CIENTIFICAS PARA LA INVESTIGAR	29	25	13	4

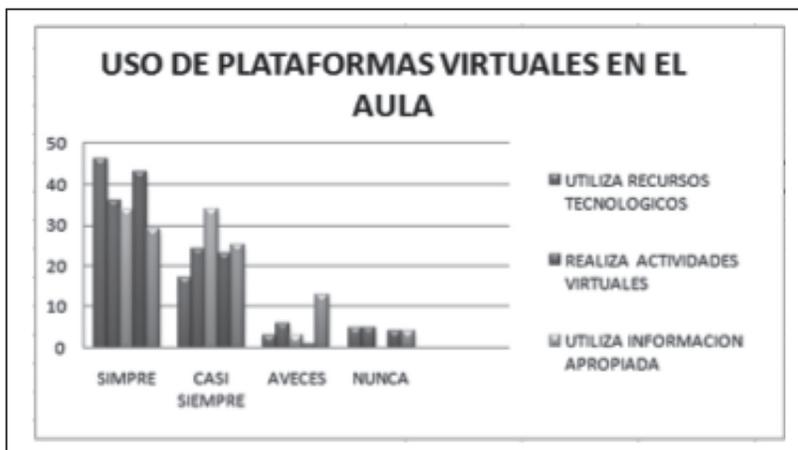


Gráfico 1. Uso de plataformas virtuales en el aula.

Otra de las preguntas se basa en la dificultad que actualmente los estudiantes tienen al utilizar la plataforma donde se puede observar que la mayor dificultad se encuentra en los trabajos colaborativos como se muestra en el cuadro 2 y gráfico 2.

Cuadro 2. Dificultad en actividades virtuales

DIFICULTAD PARA EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN PLATAFORMA VIRTUAL				
	SIMPRE	CASI SIEMPRE	AVECES	NUNCA
CHATS	28	23	10	10
EVALUACIONES	30	19	12	10
TRABAJOS COLABORATIVOS	36	14	10	11
TAREAS	22	20	17	12
FOROS	33	19	18	1

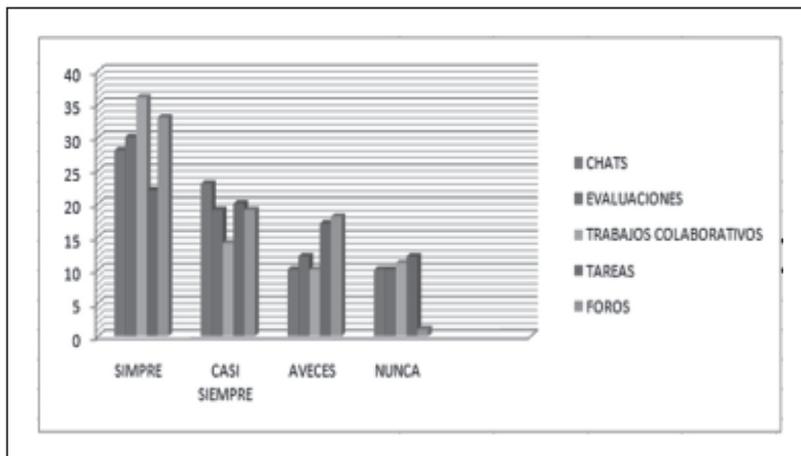


Gráfico 2. Dificultad en Actividades Virtuales.

Razón por la cual en la fase presencial se reforzó actividades de trabajo colaborativo; las actividades propuestas despertaron el entusiasmo y creatividad en todas las fases del proceso.

El uso de los foros, wikis, permitió la apertura de espacios de interacción social, ayudando a internalizar, afianzar y socializar el conocimiento.

Se respetó las rúbricas de evaluación socializadas, las cuales facilitaron la evaluación de las actividades teniendo como resultado que los estudiantes aprobaron el curso con más del 70% de la nota, lo cual indica que los objetivos planteados se cumplieron utilizando las TIC como apoyo al proceso de aprendizaje.

La utilización de la plataforma virtual ha contribuido de manera significativa siendo ésta un apoyo importante. De igual manera los estudiantes consideran que tienen habilidades desarrolladas en el uso de estas herramientas y que sienten confianza para emplearlas en el proceso de aprendizaje.

El uso de las TIC: Plataforma virtual, Google Drive y el foro, permitió optimizar tiempos, ya que siempre este recurso es limitado en el aula por medio de la estrategia empleada, el aula invertida.

Luego de haber implementado la propuesta en la institución educativa se realiza una nueva encuesta a los estudiantes que utilizaron la plataforma virtual con el fin de conocer los resultados obtenidos, los mismos que indican que el uso de la plataforma permitió la construcción del conocimiento, de una manera activa sin imposición, respetando el ritmo de aprendizaje de los estudiantes.

Existió acogida sobre el uso de plataforma virtual para la creación y administración de aulas virtuales ya que en su mayoría los estudiantes indican que el desarrollo y manejo de las aulas ha permitido que sus conocimientos y habilidades sean mayores, además indican que la institución educativa cuenta con los recursos tecnológicos y se siente comprometida e interesada para que docentes y estudiantes se capaciten para mejorar sus habilidades.

Finalmente, los estudiantes encuestados en un 82% indican que SI recomendarían la utilización de la plataforma virtual como herramienta de apoyo didáctico para el proceso de aprendizaje.

Conclusiones

- La evaluación diagnóstica permitió percibir los conocimientos previos que tienen los estudiantes, nos dio el punto de partida. La evaluación formativa ayudó a reforzar y crear nuevo conocimiento interviniendo como mediador y dando un andamiaje al trabajo realizado por los estudiantes.
- Las facultades de Educación, dedicadas a la formación de formadores, enfrentan el desafío de educar a la nueva generación de profesores, con alta capacidad de liderazgo, capaces de incorporar las tecnologías de la información y la comunicación en el proceso de enseñanza y aprendizaje, lo cual ha implicado ir más allá de adquirir recursos tecnológicos, además ha sido necesario ajustar el currículo de algunos programas. El desarrollo del curso posibilitó una nueva forma de concebir el proceso formativo de los estudiantes desde un nuevo paradigma, a partir de la relación entre aprendizaje presencial y virtual, procurando el equilibrio entre ellos y brindando una variedad de oportunidades de aprendizaje a los estudiantes, que les permitió aprender de manera significativa, asumiendo una actitud participativa y un cambio actitudinal.

Recomendaciones

- Por el mundo tecnológico cambiante, especialmente en el ámbito educativo, surge la necesidad del uso de herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza–aprendizaje, con el fin de tener docentes motivados y comprometidos

con su profesión, y alumnos que adquieran nuevo conocimiento a través del uso de la tecnología.

- Cabe indicar la responsabilidad que tienen los docentes de la Universidad Central del Ecuador en el proceso de autoformación y de formación continua, ya que no todos los recursos de información y capacitación van a llegar a sus manos, sino que él tiene la responsabilidad de buscarlos, obtenerlos, adquirirlos, además de analizarlos y compartirlos

Referencias

- Arriaga, J., Minor, M. y Pérez, M. (2012). Retos y desafíos de las redes de investigación. *REICE. Revista Iberoamericana de Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 10(3), 178.
- Bautista, J. (2007). *Importancia de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Obtenido de Blog Comunidades Virtuales*. Recuperado de <http://comunidadesvirtuales.obolog.com/>
- Díaz, Barriga F. y Hernández, G. (2002) Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructiva. 2da edición. México. Mc. Groww Hill Interamericana.
- Harasim, L., Hiltz S., Turoff, M. y Teles, L. (2000): Redes de aprendizaje: Guía para la enseñanza y el aprendizaje en red, Barcelona, Gedisa/EDIOUC.
- Hepp, P. (2003). Enlaces: El programa de informática educativa de la reforma educacional chilena. En C. Cox, *Políticas educacionales en el cambio de siglo: La reforma del sistema escolar de Chile* (pp. 419-451). Santiago de Chile: Editorial universitaria.
- Palomo, R., Ruiz, J. y Sánchez, J. (2006). *Las TIC como agentes de innovación educativa*. Sevilla: Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado.
- Salinas, J. (1997), Nuevos ambientes de aprendizaje para una sociedad de la información. III Congreso Internacional Virtual de Educación. *Revista Pensamiento Educativo* 20. Pontificia Universidad Católica de Chile [Documento en línea] Disponible en <http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/SALINAS.pdf> Consultado en 2013, enero, 20.
- UNESCO. (2013). *Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente*. París: UNESCO.

El género y la matemática

José Guillermo Llumitasig Toapanta

Centro de Física UCE

guiller_llu@yahoo.com

Recibido: 01 de septiembre de 2017 / *Aprobado:* 30 de noviembre de 2017

Resumen

Este trabajo pretende recabar la influencia e incidencia de las concepciones de género que tienen los/as docentes en la enseñanza de la matemática en la carrera de Matemática y Física de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador. El proceso de enseñanza aprendizaje, requiere de un trabajo conjunto: docente–estudiante. Es una interacción estrictamente “humana”, pues el/la estudiante, estará en condiciones de comprender lo que ocurre en su entorno e intentará transformarlo para mejorar sus condiciones de vida, con esto se habrá logrado llegar a feliz término la labor de los/as docentes. En forma general, el/la docente de la carrera de Matemática de la Facultad de Filosofía de la UCE, incide moderadamente con sus concepciones de género, pudiendo llegar a impactar sobre las decisiones o formas de actuar de los/as estudiantes; pues la función del/la docente va más allá del contexto pedagógico.

Palabras clave: concepciones de género, enseñanza aprendizaje, interacción, labor docente, contexto pedagógico.

Abstract

This work tries to gather the influence and incidence of the teachers' conceptions of gender in the teaching of mathematics in the Mathematics and Physics Career of the Faculty of Philosophy, Letters and Education Sciences of the Central University of Ecuador. The process of teaching learning, requires a joint work: teacher - student. It is a strictly "human" interaction, because the student will be able to understand what is happening in their environment and will try to transform it, to improve their living conditions, this will reach a happy achievement in the work of the teachers. In general, the teacher of the mathematics career of the Faculty of Philosophy of the UCE, affects moderately with their conceptions of gender, being able to have an impact on the decisions or ways of acting of the students; because the role of the teacher goes beyond the pedagogical context.

Keywords: gender conceptions, learning teaching, interaction, teaching work, pedagogical context.

Introducción

Durante los primeros años de nuestra vida aprendemos ciertos patrones de comportamientos en base a percepciones e interpretaciones específicos de nuestra cultura y como parte de ésta, las concepciones de género, que nos ayudan a estructurar la aprehensión de la realidad. Este proceso de socialización sirve para la formación de la identidad en el marco social, lo cual también significa que los miembros de la sociedad aprenden e interiorizan el rol de género que les fue asignado. Este rol de género está unido a determinadas expectativas, las cuales establecen un comportamiento particular, que bien se puede interpretar como una cultura, especialmente identificada a nivel de Latinoamérica y por ende nuestro país. A modo de resumen, se puede afirmar que “El género es la interpretación social y cultural que los seres humanos hacen del sexo biológico con el que nacen” (Páramo, 20010). p. 178.

Las concepciones de género o representaciones de género los constituyen todos los conceptos, criterios, actividades y acciones que se tienen acerca de las relaciones entre hombres y mujeres (constructos personales), y en educación se manifiesta de manera directa estas interacciones, de tal manera que el/la docente pueden generar expectativas con respecto a sus estudiantes y el desempeño que cada uno/a debe cumplir.

Existen muchos factores, que mantienen, por así decirlo, latente la marcada diferencia de género, muchos/as docentes, de cualquier asignatura, mantienen un trato diferenciado entre sus estudiantes, por citar ejemplos:

En la asignatura de cultura física, entre el conjunto de contenidos que se imparten se encuentran actividades que conllevan una importante carga cultural de género, se mantiene todavía la visión binaria del cuerpo masculino y femenino opuestos entre sí, limitando la construcción corporal de la mujer hacia la apariencia y la delgadez (Joaquín Piedra, R.G. 2013). Se considera que la mujer no es apta para realizar actividades consideradas exclusivamente para hombres como es el juego del fútbol, en un partido “normal” de fútbol es difícil que participe una mujer, si lo hace será porque “parece un hombre”, peor aun cuando el flujo menstrual coincide con las horas de cultura física, es de esperar que las estudiantes padezcan de amenorrea, caso contrario serán motivo de burlas de parte de sus compañeros/as. En la asignatura de lenguaje se da por descontado que es una mujer quien tiene que declamar, los grupos de declamación son exclusivamente femeninos.

En la asignatura de matemática existe una exigencia mayor hacia los hombres que hacia las mujeres, se considera al hombre con mayor probabilidad de aprobar esta asignatura en relación a las mujeres, es conocido y divulgado por todos/as los/as estudiantes, que para seguir la carrera de Ciencias Exactas, es decir, la especialidad de matemática y física, de preferencia debe ser un hombre, porque las mujeres no

“tienen esa capacidad” o el “dominio de la esfera” correspondiente para trabajar con números, hacer abstracciones, etc. Siempre ha existido este “prejuicio”, hasta el punto que, el número de mujeres que son docentes en esta especialidad es reducido, comparado con otras especialidades.

Este aspecto se debe analizar con mucha profundidad, pues, se considera, que las mujeres no tienen las capacidades suficientes para trabajar con los números o figuras, en otras palabras para realizar abstracciones. Esta consideración se mantiene desde la escuela, pasa por el colegio y aterriza en las instituciones de educación superior, actitudes y actividades que mantienen una enseñanza diferenciada, sin que los resultados que arrojan los datos de empleo, la misma incorporación en calidad de profesionales indique un cambio real, peor aún, si analizamos el ingreso económico, ingreso diferenciado por causa de género.

Actualmente, la *Sociedad del conocimiento* (nombre sugerido por Peter Drucker como innovación de las tecnologías de la información y comunicación), exige de las personas en general y de los/as estudiantes en particular, mayor capacidad de interpretación de fenómenos, desarrollo de la creatividad y de sobremanera el manejo de la información. La escuela ha dejado de ser el único lugar para aprender; parte de la familia, pasa a la escuela y regresa a la sociedad y en este devenir la actitud de todos los actores influye en la psiquis de las personas y especialmente de los/as estudiantes.

Hay que considerar el hecho de que actualmente, la política de ingreso a las instituciones de educación superior (IES) según consta en la Constitución Política de nuestro país, garantiza el estudio de toda persona que se encuentre habilitada para hacerlo; sin tratar de cuestionar la modalidad de acceso a las universidades, puesto que son políticas implementadas por el organismo rector en este caso SENESCYT; estas políticas permiten que, en algunas carreras, el promedio de edad de los aspirantes a ingresar a la universidad, se haya incrementado considerablemente, hecho que, determina un nuevo plan o una nueva organización, en tanto y cuanto, estos nuevos estudiantes, cuentan con una experiencia que les permite discernir desde otra óptica, tienen otros intereses y con esto nuevos objetivos para su formación. La carrera de Matemática y Física de la UCE, no escapa a esta realidad, en la actualidad, un buen número de aspirantes a ingresar a la carrera, hombres y mujeres, superan los veinte y cinco años, por lo mismo el tratamiento de las clases obliga a un cambio metodológico de los y las docentes, una nueva actitud, pues puede resultar beneficioso o positivo contar con este tipo de elemento porque se puede trabajar en forma acelerada, llegando a cubrir otros contenidos curriculares, o por el contrario, puede resultar perjudicial, en tanto y cuanto muchos de los que ingresan no han continuado sus estudios y prácticamente han olvidado lo aprendido en el colegio.

Materiales y métodos

El enfoque de la investigación realizada es de carácter cualitativo, el tema tiene relación con los fenómenos educativos que son más susceptibles a la descripción y análisis cualitativo, posee un fundamento estrictamente humanista, se enmarca en un diseño de perspectiva multireferencial, multidimensional e interpretativo que permitió tener una visión de las concepciones que tienen los y las docentes que imparten la asignatura de matemática en la carrera de Matemática y Física, relacionados con el aprendizaje mismo de la matemática, de tal manera que se tuvo acceso para realizar un diagnóstico el cual incluyó la investigación de campo, documental-bibliográfica de carácter descriptiva y de tipo encuesta.

Tuvo como objetivo la descripción del fenómeno de investigación. Se utilizó para depurar preguntas de investigación y se inició investigando el mundo social y cómo éste desarrolla una teoría consistente.

No se realizó comparaciones entre los diferentes modos de actuar que posee cada docente, sino que se intentó determinar el resultado o efecto que produce la actitud que adopta el/la docente, en un momento específico, el hecho de que el/la docente mencione, solicite o haga cualquier cosa, al menos en los semestres iniciales, en donde todavía se puede observar actitudes típicas de los adolescentes de una institución de educación media.

Se analizó datos numéricos especialmente en el campo estadístico que pueden ser medidos y cuantificados. Es decir se partió de lo general para llegar a conclusiones particulares, éste se sirve de números y métodos estadísticos.

De regreso a la metodología, en la ejecución del proyecto se aplicó la investigación cualitativa-participativa, misma que se basa en el análisis de las necesidades e intereses que comprometen la búsqueda de igualdad de género, en este caso específico encontrar la razón entre las relaciones de género entre estudiantes determinado por las concepciones de vida y género que poseen y su incidencia en el proceso de enseñanza. De la misma manera, se utilizó métodos de recolección de datos que no son cuantitativos, con el propósito de explorar las relaciones docentes-estudiantes y describir la realidad tal como la experimentan los/as docentes. Toda la información conseguida de esta forma, permitió plantear alternativas o conclusiones para el problema planteado, e inclusive, ir un poco más allá, cuando se pudo identificar claramente la formación de “generaciones” de docentes, muchos de los/as docentes a quienes se hace referencia, en los actuales momentos ya no se encuentran laborando en la Universidad Central del Ecuador.

Para la realización de la investigación, se recurrió a los estudiantes de cinco paralelos de la carrera de Matemática de la Facultad de Filosofía, dos de los cuales pertenecen al primer semestre, uno de segundo, uno de cuarto y uno de sexto

semestre, no se recurrió a los cursos superiores por cuanto existen otros intereses, lo que podría haber cambiado la intención de esta investigación.

Así mismo, se contó con la ayuda de cuatro docentes, tres docentes hombres y una docente mujer, que en este caso es la única maestra de la asignatura de matemática y también cumple con las funciones de Directora de la Carrera, con ellos se realizó un conversatorio a manera de entrevista, con la guía entregada inicialmente para que sepan el motivo de la investigación.

Se puede afirmar que la investigación, según la naturaleza es cualitativa predominantemente, según el problema no es experimental, según los objetivos es explicativa y evolutiva y según el lugar es de campo y por el tiempo es de coyuntura.

Algunos datos que se recogieron son:

Tabla 1. Situaciones de maltrato por cuestión de género en la clase de matemática

Casi siempre	6	5,0	5,0	5,0
A veces	47	38,8	38,8	43,8
Nunca	68	56,2	56,2	100,0
Total	121	100,0	100,0	

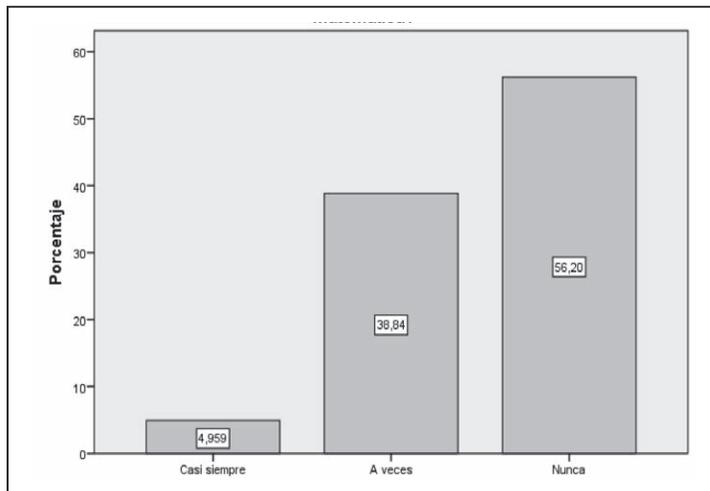
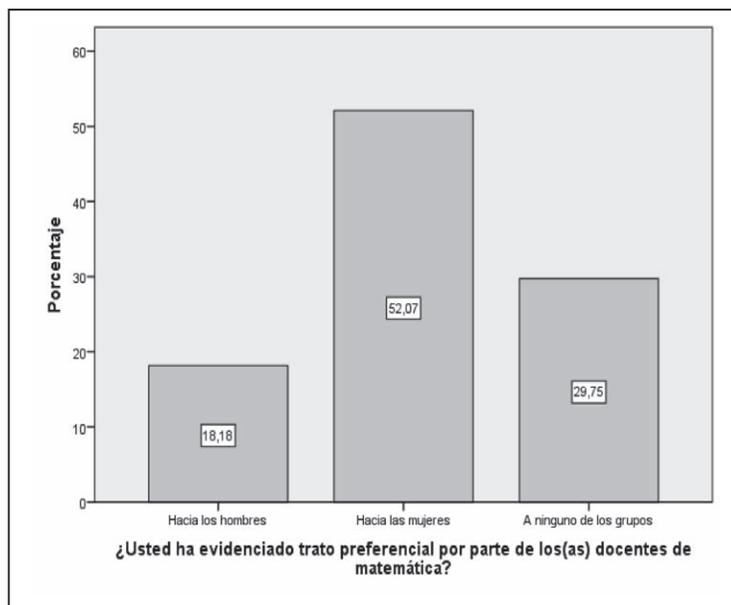


Figura 1. Situaciones de maltrato por cuestión de género en la clase de matemática.

Según los datos, se nota una ligera diferencia entre quienes manifiestan que nunca han presenciado o sufrido maltrato (56,2%) y quienes sí han observado al menos una vez (38,84%), en forma general, no existe maltrato de ningún tipo en las clases de matemática. Aun cuando se tiene el “prejuicio” de que el profesor de matemática es “bravo”.

Tabla 2. Trato preferencial por parte de los docentes en la clase de matemática

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Hacia los hombres	22	18,2	18,2	18,2
Hacia las mujeres	63	52,1	52,1	70,2
A ninguno de los grupos	36	29,8	29,8	100,0
Total	121	100,0	100,0	

**Figura 2.** Trato preferencial por parte de los docentes en la clase de matemática.

Es necesario tener una visión más actual de las relaciones docentes–estudiantes, para desde una óptica de equidad de género poder rectificar o mantener actitudes que conlleven a una vida más plena, que deje de ser eslogan, aquello de “una sociedad más justa y equitativa” y se convierta en una realidad que permita superarnos como nación.

Hay que buscar información que permita desterrar criterios, como que, por ser mujer pasan los años fácilmente, o por el contrario, como es mujer no podrá egresar de la carrera de Matemática porque el cerebro no le da. En un estudio realizado en un colegio de Chile, se puso de manifiesto que “la buena alumna es principalmente responsable y con menor grado de autonomía y el buen alumno

es inteligente y autónomo”. (Camacho, 2013) p. 325. Las concepciones del estudiantado reafirman la visión androcéntrica de la ciencia, siempre imaginan al hombre de ciencia bajo un estereotipo masculino: hombre, raza blanca, joven, sonriente, trabajando solo, en un laboratorio, haciendo ciencia.

Los/as estudiantes son quienes entregan información de primera mano, y aunque en alguna medida sea sesgada, por varios factores, es confiable, y debemos tomar como base para los correspondientes análisis. En este caso específico, han afirmado que en la carrera de Matemática, la actitud docente, sus concepciones de vida, académicas, están en equilibrio con lo que practican, no existe maltrato físico, psicológico, ni exclusión por cualquier tipo, mayoritariamente han desterrado las prácticas de inequidad presentes hasta hace algunos años atrás. La influencia que entregan en el quehacer diario, está relacionado con la filosofía de la Universidad Central y por ende de la Facultad de Filosofía, de practicar una educación de calidad, integral, científica y humanista. El perfil de los/as egresados/as de esta carrera son personas con alto sentido de responsabilidad, según datos estadísticos, la mayoría de los/as docentes egresados han ocupado altas dignidades en cada una de las instituciones en las cuales laboraron.

Es notorio que los/as docentes son factor clave que determinan el éxito o el fracaso de cualquier innovación curricular (Jiménez, M. 1996), hasta la década de los 80 la investigación en didáctica se centraba fundamentalmente en los/as estudiantes y el aprendizaje, sin embargo se ha considerado a los/as docentes como protagonistas del proceso. El/la docente es un constructivista que procesa información, toma decisiones, genera rutinas y conocimiento práctico, considera prácticas pedagógicas según la asignatura que enseña, las mismas que no son idénticas, puesto que cada asignatura tiene una estructura, una tradición (si cabe el término).

El dominio que tienen los/as docentes de la asignatura es otro factor que influye en el proceso de enseñanza, convirtiéndose esta en eficaz y efectiva, la seguridad con la que presente cada uno/a los contenidos, la forma de exponerlos, asegurará en mayor porcentaje una mejor atención y captación de los contenidos, muchos de nosotros en calidad de estudiantes, admirábamos a aquel maestro que resolvía problemas propios de la asignatura (matemática de preferencia) con seguridad y sin hacer pompa de su conocimiento, porque también, hay que reconocer, que existían docentes que ridiculizaban al estudiante que sin saber que hacer frente a la pizarra se quedaba pasmado, entonces el docente, venía como “iluminado” a resolver el problema y acabar con la dignidad del estudiante, en más de una ocasión, esta actividad se veía incrementada cuando en lugar de un hombre era una mujer quien estaba al frente, recuerdo personalmente cuando un docente manifestaba que se trataba únicamente de “tiza y borrador”.

El poder que ostenta el/la docente es completo, debe garantizar disciplina y control de la clase, esto ha impedido que se establezca una relación horizontal que marque un comportamiento consciente de parte de todo el estudiantado, pues hay que reconocer que una institución cobra vida cuando se escuchan las expresiones de alegría, la sorpresa de los/as estudiantes, es triste escuchar únicamente la voz monótona del/la docente transmitiendo información y los objeto-estudiantes prestos para receptor el mensaje.

La especialización del trabajo ha definido roles diferenciadores para hombres y mujeres, asignando a cada uno responsabilidades y comportamientos característicos que se ponen en escena en cada uno de los modelos de sociedad que se han instaurado a lo largo de la historia. En general, se ha ubicado al hombre como proveedor, amo de la mujer y con un campo de acción en lo público, y a la mujer en el espacio doméstico, privado, encargada de la crianza, de satisfacer las necesidades del varón, y con ello, se ha visto obligada al cuidado de su familia y de otras personas, impedida inclusive de acceder al estudio, pues en el espacio donde se desenvuelve, no hace falta. El ámbito educativo no ha sido ajeno a este proceso cultural y social, específicamente en las áreas donde se presume de un dominio del razonamiento numérico y abstracto. Los docentes se enfrentan a un discurso social, reforzado por los medios de comunicación, que clasifica a los estudiantes dentro del sistema según su rol, lo cual innegablemente incide en los esquemas de pensamiento del educador y en el modo de solucionar diversas situaciones que surjan dentro de la clase, en el presente caso la clase de matemática. De acuerdo con lo anterior, no puede desconocerse que la escuela se encuentra permeada por las concepciones de género que definen los roles sociales, y en cierta manera –a pesar de nombrarse una igualdad como derecho fundamental–, suponen una educación distinta para hombres y mujeres.

Dentro de esta lógica, surge la pregunta: ¿Cómo influyen las concepciones de género de los docentes de matemática en la enseñanza del cálculo numérico? Para dar respuesta a ella, se considera que es necesario abordar las concepciones de lo masculino y lo femenino para lograr una comprensión de esta realidad significativa que implica la enseñanza de matemática diferenciadas para hombres y mujeres. Los hallazgos de una investigación en tal sentido permitirán, posteriormente, realizar una intervención efectiva desde la comprensión de la realidad, no solo desde el currículo, sino incluso desde la formación que se brinda a nivel universitario, con el fin de promover un trato equitativo conforme a las aptitudes, y no al género, y, de esta manera, fomentar la sana convivencia y la equidad en el ámbito escolar. Indudablemente, estos cuestionamientos inciden en el proceso de formación del/a docente de matemática, y, por tanto, se deben tener en cuenta al momento de hacer una reflexión en torno a la enseñanza, pues estos definirán sus concepciones, no solo de género sino frente a la academia

misma y permearán sus actuaciones en su ámbito de acción. La principal causa de la disparidad de sexo en el rendimiento en las matemáticas es cultural y no biológica, según un estudio de la Universidad de Wisconsin-Madison en Estados Unidos que ha publicado en la edición digital de su revista.

El género es uno de esos patrones culturales y sociales que la escuela y la educación reproducen y mantienen como una estructura de dominación. La escuela enseña a obedecer y a ser leales con un sistema que legitima hábitos, prácticas, valores y normas catalogadas como válidas que no siempre respetan la equidad de género. Los estudiantes varones tienen ventajas significativas en matemática y las estudiantes mujeres tienen una ventaja similar en lectura y escritura.

Pero también son necesarias acciones para garantizar la equidad de género en las instituciones educativas ya que existen desigualdades en los niveles, situación que se expresa en que los puestos de poder están reiteradamente en manos de los varones. El problema de la violencia de género en la escuela propicia el bajo rendimiento y el abandono escolar. Hay que recordar que a veces la violencia es propiciada por los docentes: abuso, acoso, intimidación, ciber bullying.

¿Cuáles son las razones por las que todavía no se ha logrado la igualdad de género en educación? Es evidente que el género no es algo natural; no nacemos con él: se construye a largo de la vida; esto quiere decir que la acción de la sociedad es definitiva para el aprendizaje y desarrollo de los seres humanos. El género se construye cada día en las interacciones socioculturales, las cuales implican acciones y competencias relacionales de género en los contextos sociales y educativos.

Desde una perspectiva socio-histórica, hay que reconocer el incremento de las mujeres en cuanto a ingreso a la educación superior, aunque es mínima la diferencia en relación a los años pasados, lo importante será al menos mantener los niveles de acceso y permanencia de las estudiantes; en los últimos años, el porcentaje de mujeres no ha dejado de aumentar en todas las carreras, las carreras consideradas específicas para mujeres (Parvularia, Enfermería, Trabajo Social, etc.) y otras como Ingenierías, Educación, Tecnología (Informática), áreas en las cuales están incursionando y logrando puestos estelares en cuanto a rendimiento académico, estos datos se obtuvieron de SENESCYT como fuente, para el ingreso al curso de nivelación en la Universidad Central, hay que indicar también que a partir del año 2012, fecha en la que se implementó el examen de admisión a las universidades ENES.

Una consideración no objetiva, que muchas veces la escuchamos en calidad de estudiantes de la carrera de Matemática, es que “las mujeres son menos

habilidosas espacialmente” y por lo tanto no aptas para el estudio de matemática, ventajosamente estos comentarios se han superado pues hoy se considera que hombres y mujeres somos diferentes como individuos en cuanto a status, experiencias vitales, procesos reproductivos, pero somos exactamente iguales en cuanto a la posibilidad de la adquisición de conocimientos. Una forma más sutil de decirlo, es como escribe Clara, (2000) p. 28. “Si bien los seres humanos somos semejantes en nuestras necesidades profundas, también somos totalmente únicos en nuestra modalidad para satisfacerlas”. El problema está en la consideración que se hace del hombre como eje de referencia, tratando a la mujer como una variación a la norma, nuevamente, la norma, la unidad, está en manos del hombre, en matemática se diría que es el parámetro con el cual se miden las demás cosas, preguntas como ¿en qué son las mujeres distintas a los hombres? O bien ¿por qué no se comportan las mujeres como los hombres?, llevan el sello o marca que establece la inferioridad de la mujer, nosotros estamos tan acostumbrados que nos parece “normal”, a estas expresiones (Bonilla, 2010) denomina la *falsa medida de la mujer*, pues aparece como que la mujer tiene problemas o deficiencias comparada frente a lo perfecto que es el hombre.

Mirada androcéntrica

Esta mirada androcéntrica de la educación y de la vida misma, ha puesto en dilema a las mujeres, pues muchas mujeres tratan de decidir si quieren “ser como los hombres” o “lo opuesto”, evidenciando el estándar predominante masculino, por lo que muchas llevan en su interior que “es normal para las mujeres sentirse anormales”, estas diferencias entre hombres y mujeres, como cuando se habla de la “aptitud matemática” constituye un eufemismo, que no tiene fundamento científico alguno, y según la historia, se reactivan periódicamente, por eso aparecen de tiempo en tiempo.

La diferencia no es un concepto neutral en nuestra sociedad, y se incorpora un cuadro que pretende cambiar el sentido de comparación, en la primera columna se considera al hombre como eje y en el segundo se considera a la mujer como eje, observemos y contestemos la interrogación: ¿hemos escuchado expresiones como las que están escritas en la columna de la derecha? Se sugiere realizar algunas consideraciones internas sobre las formas de expresión. Existen muchas coincidencias con las formas escritas en la parte izquierda, sin embargo, debemos estar conscientes, de la necesidad de replantear nuestras formas de expresarnos en forma cotidiana.

Psicología y género

Tabla 3. Psicología y género [2]

Expresiones típicas en psicología androcentrista	Expresiones considerando a la mujer como base de comparación.
Las mujeres tienen menor autoestima que los varones	Los varones son más pretenciosos que las mujeres.
Las mujeres no valoran su esfuerzo tanto como los hombres.	Los varones sobrevaloran el trabajo que ellos hacen.
Las mujeres tienen menos confianza en sí mismas que los hombres.	Los hombres no son tan realistas como las mujeres al valorar sus capacidades.
Es más probable que las mujeres digan que están “heridas” a que admitan que están enfadadas	Es más probable que los hombres acusen y ataquen cuando están mal, a que admitan estar dolidos e inviten a la empatía.
Las mujeres tienen más dificultad para desarrollar un “sentido del yo separado”	Los hombres tienen más dificultad para formar y mantener vínculos.

Evidentemente que no hemos escuchado las preguntas formuladas en la columna derecha, y hasta nos parece mal, esto es, porque la visión o eje central está en relación al hombre, la visión androcéntrica durante años nos ha bombardeado con esta forma de ser, que hombres y mujeres hemos terminado por aceptarlo como normal, sin considerar que esto no permite ver el papel protagónico que tienen las mujeres.

Resultados

En base a estudios, encuestas, censos realizados en el país se determinó que existen 3 645 167 mujeres madres, de este grupo 339 656 son madres solteras y 122 301 son madres adolescentes (INEC, 2010).

En la encuesta sobre el uso del tiempo, las mujeres trabajan 17 horas más que los hombres a la semana, y en el área rural, las mujeres del campo trabajan más que las mujeres de las zonas urbanas.

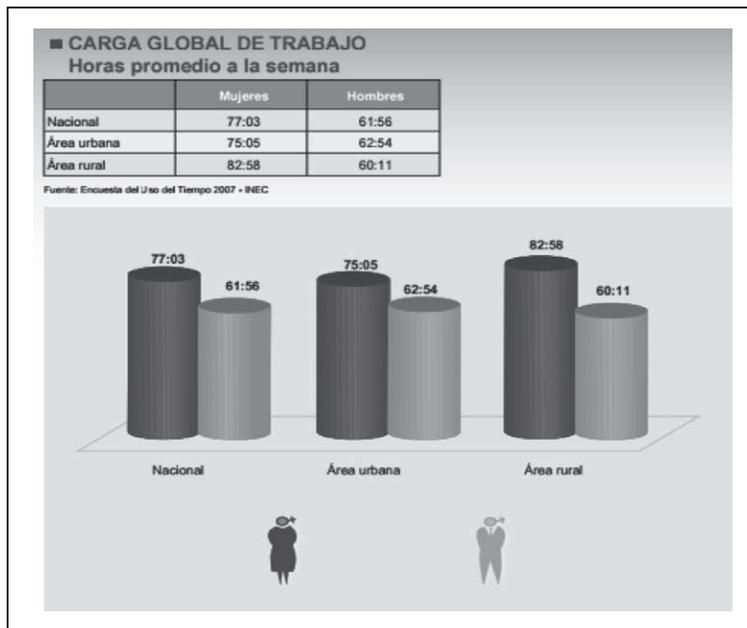


Gráfico 3. Uso del tiempo de hombres y mujeres en zonas urbanas y rurales. [1]

El Ministerio del Interior, el INEC y la Comisión de Transición hacia el Consejo de las Mujeres y la Igualdad de Género informaron en rueda de prensa los resultados de la Encuesta de Violencia de Género contra las Mujeres.

La encuesta, que se desarrolló desde el 16 de noviembre al 15 de diciembre de 2011, se realizó a mujeres de más de 15 años de 18.800 viviendas, a nivel nacional, urbano y rural. Esta es la primera encuesta de este tipo en el país y la segunda en Latinoamérica después de México.

El 90% de las mujeres que ha sufrido violencia por parte de su pareja no se ha separado, de este grupo el 54,9% no piensa separarse, el 23,5% se separó por un tiempo y regreso con su pareja y el 11,9% piensa separarse.

Según este estudio, el 52,5% de las mujeres (a pesar de ser sujeto de violencia) no se separa porque consideran que “las parejas deben superar las dificultades y mantenerse unidas”, el 46,5% piensa que “los problemas no son tan graves” y el 40,4% “quiere a su pareja”, mientras el 22% “no se puede sostener económicamente”.

Según la encuesta, una de cada cuatro mujeres ha vivido violencia sexual, el tipo de violencia más común es la psicológica con el 53,9%.

Las provincias con mayor porcentaje de violencia de género son: Morona Santiago, Tungurahua, Pichincha, Pastaza y Azuay mientras que Orellana, Manabí y Santa Elena son las provincias de menor porcentaje.

De acuerdo a la etnia, el porcentaje más alto que ha vivido algún tipo de violencia se concentra en la población indígena con el 67,8% seguida de la mujer afroecuatoriana con el 66,7%.

Si clasificamos a las mujeres por nivel de instrucción, el 70% de las que asisten a centros de alfabetización ha sufrido algún tipo de violencia y aunque las que más educación tienen sufren menos violencia, los porcentajes no bajan del 50%.

De las mujeres que han sufrido violencia el 76% ha sido por parte de su pareja o ex parejas, 87,3% de ellas ha vivido violencia física y el 76,3% violencia psicológica, la que menos sufren es la patrimonial con el 28,9%.

Las mujeres que se han casado o unido por primera vez entre los 16 a 20 años son las que mayor violencia han vivido con el 70,5%, seguidas de las de 21 a 25 años con el 69,2%, las que menos violencia sufren son la que se casaron entre los 26 a 30 años con el 51%.

En el libro *¿Las matemáticas tienen sexo?* De (Janet, 2008), considera que hoy en día se tiene que defender la “hipótesis de la similaridad” entre sexos, por ejemplo, la proporción de chicos/chicas que muestran un excepcional razonamiento matemático ha pasado de 13/1 a 3/1 en los últimos 25 años estos datos se aplican para España, los datos revelan que las pruebas no miden algo inmutable, sino se relacionan con la cultura y la enseñanza de los/as jóvenes. El informe PISA (2006) muestra que en algunos países no hay diferencias entre sexos en matemática y ciencias, e inclusive en algunos países las mujeres superan a los hombres. En el Ecuador se indica que considerando entre 43 universidades del país, se reporta el 55% de estudiantes mujeres, sin embargo de ellos, hay que decirlo, que la mayoría de las carreras que eligen las estudiantes están vinculadas al rol materno y de cuidado. Se registra el 71% de matrículas en carreras de docencia, 64% en las de ciencias sociales y el 68% en las de salud, en las carreras consideradas de predominio masculino, se registran 23% en ingenierías y el 38% en agricultura. A pesar de estas cifras, que hablan de un cambio, los hombres predominan en cargos académicos.

Conclusiones

- Existe una moderada influencia de las actitudes que tienen los/as docentes en los/as estudiantes de la carrera de matemática, especialmente a nivel de los tres primeros semestres, esta influencia no obedece a los aspectos de género, sino más bien, a los aspectos disciplinarios y de comportamiento.
- Los/as docentes de la carrera desarrollan la enseñanza entre pares, aunque en un porcentaje bajo, como procedimiento pedagógico, pues propicia una relación más flexible entre los jóvenes e inclusive con el/la profesor/a.
- El rol de los/as docentes de la carrera, coincide con la visión constructivista de los procesos de enseñanza aprendizaje en el aula, en donde el alumno construye su propio conocimiento y el/la docente es el mediador del aprendizaje, conjugando equidad de género.
- Aún se mantienen las clases magistrales como estrategia didáctica para la exposición oral (verbal) por parte de los/as docentes, existe un bajo porcentaje de docentes que aplican las TIC como herramienta en el proceso de enseñanza aprendizaje.

- No existe discriminación de ningún tipo sea por género, raza, religión, tendencia política en el proceso de enseñanza aprendizaje en la carrera de Matemática y Física de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador.

Referencias

- Bonilla, A. (2010). La significación de las diferencias. *Feministes Dossiers*, 14.
- Camacho, J. (2013). *Concepciones sobre ciencia y género en el profesorado de química. Aproximaciones desde un estudio colectivo de casos*. Bauru.
- Coria, Clara (2000). *Las negociaciones nuestras de cada día*. Madrid: Androginia.
- INEC (2010). Mujeres y Hombres del Ecuador en cifras III. Tomado: [hInternet:http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wpcontent/descargas/Libros/Socioeconomico/Mujeres_y_Hombres_del_Ecuador_en_Cifras_III.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wpcontent/descargas/Libros/Socioeconomico/Mujeres_y_Hombres_del_Ecuador_en_Cifras_III.pdf).
- Janet, H. (2008). *The math sex. gap revisited: a theory of everyone*.
- Jiménez, M. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación de primaria y secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 289.
- Páramo, P. (2010). Las representaciones de género en profesores universitarios. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*.
- Piedra, Joaquín R. G. (2013). Género y educación física. Análisis de buenas prácticas coeducativas. Profesorado.
- PISA (2006). Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en ciencias, Matemáticas y lectura. Tomado: archivos.agencia_educacion.c//Marco_de_evaluacion_español.pdf.

La actitud emprendedora en la formación académica de los estudiantes universitarios

Karlita Elizabeth Muñoz Correa

Universidad Central del Ecuador
kmunoz@uce.edu.ec

Diego Fernando Zavala Urquiza

Universidad Central del Ecuador
dzavala@uce.edu.ec

Recibido: 01 de septiembre de 2017 / *Aprobado:* 30 de noviembre de 2017

Resumen

En la presente investigación se trata de analizar si la universidad como organismo podría actuar como incubadora de ideas emprendedoras al incentivar la actitud emprendedora entre sus estudiantes, a través de la organización de sus estudios y las medidas específicas que acometen. Por tal razón la investigación que se ha realizado persigue el siguiente objetivo: conocer el comportamiento emprendedor (perfil, habilidades y característica emprendedores) hacia la creación y/o consolidación de emprendimiento a través de la formación académica emprendedora que están recibiendo los estudiantes universitarios. La metodología se apoyó en una investigación cuasi-experimental, planteando una hipótesis relacionada con si la formación académica emprendedora fomenta la actitud emprendedora de los estudiantes universitarios, las respuestas son contrastadas utilizando una muestra de 33 estudiantes de la carrera de Comercio y Administración de la Universidad Central del Ecuador, a través de la aplicación de tres cuestionarios inicialmente antes de la formación y después de haber recibido un año de formación emprendedora.

Las conclusiones obtenidas invitan a la reflexión, en tanto que los estudiantes que han recibido formación emprendedora presentan tasas de actitud emprendedora superiores que al inicio del proceso de formación.

Palabras clave: actitud emprendedora, estudiantes universitarios, *entrepreneurship*-formación emprendedora, capacidad emprendedora.

Abstract

This research is to analyze if the University as body which could act as an incubator for entrepreneurial ideas to encourage the entrepreneurial attitude enter their students, through the Organization of studies and measures specific that they undertake. For this reason research being done aims to next meet (profile, skills and characteristic entrepreneurs) entrepreneurial behavior towards the creation and/or consolidation of entrepreneurship through education entrepreneur that they are getting college students. The methodology was based on a quasi-experimental research, pose a hypothesis related to entrepreneurial education promotes the entrepreneurial attitude of college students, are contrasted using a sample of 33 students of Commerce and administration of the Central University of Ecuador, through the implementation of three questionnaires initially before training and after having received a year of entrepreneurial training. The findings invite reflection, while students who have received entrepreneurial training present entrepreneurial attitude rates above that at the beginning of the process of formation.

Keywords: entrepreneurial attitude, students university, entrepreneurship-entrepreneurial training, entrepreneurship.

Introducción

El fomento de la cultura emprendedora ocupa un lugar central en la política empresarial de los países y las regiones en relación al desarrollo económico y/o social. En la actualidad se puede observar que la iniciativa emprendedora es una de las líneas de trabajo más importantes a nivel mundial del fenómeno del emprendimiento. A nivel nacional en el Ecuador se expresa la iniciativa de la actividad emprendedora en el contexto legal, en la Constitución de la República (2008) en los artículos (283, 284, 302, 304 y 306) y en el tercer eje del Plan Nacional para el Buen Vivir (2013-2017), objetivos del 8 al 10, donde se contempla la transformación del sistema económico en un sistema social y solidario.

Gibb y Hannon (2006) expresan que como presión de la globalización y de los cambios de estructuras económicas, los creadores de políticas a nivel mundial han realizado relevantes esfuerzos con el objetivo de promover la educación emprendedora en las diferentes etapas del sistema educativo.

En referencia a lo anteriormente mencionado la universidad ecuatoriana, en la última década presenta un interés creciente por la inserción laboral y el fomento de la cultura emprendedora. De acuerdo a Bosma, Acs, Autio, Corduras & Levie (2009) en el modelo del *Global Entrepreneurship Monitor* GEM (2009), se reconoce a la educación como parte esencial para promover la actividad emprendedora en el desarrollo económico de los países. Estas consideraciones se están convirtiendo en un indicador cada vez más relevante para los estudiantes que ingresan a la universidad para la elección de la misma así como de la titulación, convirtiéndose en una demanda de la sociedad en general.

Veciana y Urbano (2000), expresan que en relación al fomento de la cultura emprendedora y el autoempleo, en las universidades se ha traducido en diversas acciones el interés por la inclusión de asignaturas específicas sobre creación de empresas en algunos planes de estudio, además de unidades de apoyo al autoempleo, y el desarrollo de acciones concretas de fomento de la creación de empresas (ferias de emprendimiento, concursos empresariales, incubadoras, etc.).

Durante los últimos años, algunos investigadores han desarrollado una serie de investigaciones relacionadas al emprendimiento, en los que se menciona como elemento primordial el nivel educativo, que distingue a los emprendedores de éxito, tratando de comprobar la hipótesis de que los individuos que reciben mayor nivel de educación formal, son más propensos a crear y/ o consolidar empresas con posibilidades de supervivencia, sin embargo otros estudios evidencian el efecto contrario. De la misma forma, en mayor o menor proporción se abre el debate acerca de la influencia que la formación emprendedora tiene sobre la actitud de las personas hacia la creación de su propia empresa como alternativa de trabajo sin que existan resultados definitivos (Espíritu y Sastre, 2007).

Por otra parte la universidad es cada vez más consciente del papel fundamental en la generación del espíritu emprendedor en sus estudiantes y de que su papel es el desarrollar capacidades y competencias necesarias para promover la habilidad de *aprender a emprender*.

Según Schincariol (2000), los problemas más relevantes a los que se enfrentan los estudiantes de las universidades cuando se motivan a crear su propia empresa, son: (1) falta de conocimientos; (2) investigación de mercado o planificación defectuosas; (3) conflictos; (4) falta de tiempo; (5) dificultad de tomar decisiones; (6) priorización defectuosa de los factores críticos; (7) mala publicidad. A estos problemas, Cano, García y Gea (2003) consideran que se pueden añadir otros, (8) falta de confianza; (9) dificultad para obtener recursos financieros y, (10) importancia otorgada a la iniciativa empresarial.

Consideramos que la mayor parte de estos problemas o dificultades son comunes en todos los estudiantes universitarios debido a la falta de tiempo entre estudios y empresa, falta de experiencia entre lo teórico aprendido en las aulas y la práctica pre-profesional emprendedora, además de la falta de desarrollo de la capacidad emprendedora en las universidades.

La metodología se apoyó en una investigación cuasi-experimental de carácter descriptivo, cuyo propósito fue el describir el comportamiento emprendedor (perfil, habilidades y características emprendedoras) hacia la creación y/o consolidación de emprendimiento a través de la formación académica emprendedora que están recibiendo los estudiantes universitarios. Cabe recalcar que no se ha trabajado con la población en general donde la medición del nivel educativo puede presentar mayor heterogeneidad, en esta ocasión se ha considerado un proceso formativo homogéneo, como son la titulación de Comercio y Administración de la Universidad Central del Ecuador, en la que se imparte materias relacionadas a la creación de empresas, donde se trata de analizar cómo la actitud de los estudiantes cambia a medida que ellos avanzan en el desarrollo de su formación académica.

Para ello se hace necesario, analizar los antecedentes teóricos y empíricos acerca de la formación y la actitud emprendedora de estudiantes con el objetivo de formular la hipótesis del trabajo.

En vista de que la investigación se realiza en estudiantes universitarios, se analiza las diferentes maneras en que se puede formar a los emprendedores. Thursby, Fuller, Thursby (2009) expresan que la formación emprendedora debe darse en carreras de grado, maestría y doctorado, vinculando la educación con la realidad y los negocios.

Actualmente, sigue vigente la teoría de Piaget para la enseñanza del emprendimiento, la cual expresa que las personas aprenden mejor después de un desequilibrio, al considerar que la mejor forma de aprender es a través de las emociones y los fracasos. Aunque Shepherd (2004), realiza una crítica a este modelo y expresa que se puede desalentar a los estudiantes a que creen su emprendimiento debido a la obsesión de vencer al fracaso. Algunos autores como: Edelman, Manolova, Brush (2008) y

Neck y Green (2011) expresan que la formación de emprendedores necesita una metodología, en la que para enseñar emprendimiento se requiera de la práctica.

Por último, es conveniente anotar, la diferencia entre educación sobre emprendimiento, educación para emprender, educación en la empresa. Según Henry, Hill, Leitch (2005), la educación sobre emprendimiento se fundamenta sobre una perspectiva teórica, con una visión futurista para crear su propia empresa. En referencia a la educación para emprender se trata de preparar a los emprendedores en su propio plan de negocios, y con respecto a la educación en la empresa, es aquella que recibe un emprendedor que ya creó su propia empresa y desea mantenerla en el tiempo.

Hisrich y Peters (2002), consideran que, para ser emprendedores, se debe enseñar: a) Habilidades técnicas (comunicación, gestión y organización); b) Habilidades administrativas (planificación, contabilidad, marketing, etc.); c) Habilidades personales (control interno, innovación, asunción al riesgo, etc). Pero también existen autores que consideran que lo esencial es enseñar a crear su plan de negocios, con el objetivo de guiar la actividad emprendedora inicial para luego emprender (Honig, 2004).

Si el objeto de estudio es la actitud emprendedora, es importante tener una aproximación a este término; Grebel, Pyka y Hanusch (2001) manifiestan que existe controversia.

Cole (1959) expresa que el campo de la actividad de una organización está relacionada en obtener ganancias en el mercado. Por su parte Kirzner (1973), manifiesta que el valor del emprendedor está en el deseo por parte de los individuos de convertirse en empresario.

Robbins y Judge (2011), mencionan que las actitudes son juicios evaluadores de personas, objetos o eventos que poseen tres componentes: cognitivo, emocional, y comportamental.

Robinson y Sexton (1994) manifiestan que en sus investigaciones encontraron que los empresarios tienen un nivel de educación mayor que los asalariados. Autores como Peterman y Kennedy (2003), analizan el efecto de la formación de estudiantes universitarios, que no son del área de empresas, en un programa de habilidades emprendedoras, y encontraron que al medir su actitud antes y después del programa se incrementó su deseo de crear un nuevo negocio. Efecto contrario se presenta en la investigación de Espíritu y Sastre (2007), en la que se analiza la evolución de la actitud emprendedora de los estudiantes universitarios de titulaciones empresariales, donde se concluye que la actitud emprendedora declina en los estudiantes desde los primeros años de estudios hasta los últimos años universitarios.

Por ello, en el presente trabajo se plantea la hipótesis de investigación:

H0: La formación académica emprendedora fomenta la actitud emprendedora de los estudiantes universitarios.

Estudios realizados referentes a la actitud emprendedora y espíritu emprendedor, han evidenciado que la formación en emprendimiento es uno de los factores primordiales para el desarrollo del espíritu emprendedor; pero además consideran la existencia de factores que intervienen en su desarrollo.

A continuación se describen factores considerados en el presente estudio, como plantea Rivera (2016):

1. Dimensión Individual:
Competencias psicológicas individuales. Considerada como las características o rasgos particulares que identifican a un individuo: Asumir riesgos, Autonomía, Compromiso, Control interno, Innovación, Motivación al logro, Orientación a las oportunidades, Tolerancia a la ambigüedad.
2. Dimensión Colectiva:
Competencias psicológicas colectivas. Consideradas como las habilidades de interrelación de un individuo con su entorno: Capacidad de comunicación, Capacidad de negociación, Espíritu de Equipo, Liderazgo y Planificación.
3. Competencias Cognitivas:
Considerada como el conjunto de habilidades y conocimientos: Conocimiento en el área del negocio, Educación Formal, Educación Informal, Experiencia Previa.
4. Competencias Axiológicas:
Considerada como el conjunto de valores y creencias del ser humano fundamentadas en deberes y normas morales que dan como resultado la ética: Creencia, Valores, Ética.
5. Dimensión Externa:
Factores de Entorno: Considerados como aquellos elementos externos que condicionan el desempeño empresarial: Económicos - Políticos - Legales - Tecnológicos, Culturales y Sociales.

Materiales y métodos

El trabajo de investigación corresponde a una investigación cuasi-experimental, que incluye una investigación de campo y una investigación documental-bibliográfica de carácter descriptivo y correlacional.

Se seleccionó una muestra de 31 y 33 estudiantes de últimos cursos de la titulación de la carrera de Comercio y Administración de la Universidad Central del Ecuador durante los semestres académicos 2016-2017 y 2017-2018. La selección del sexto y séptimo semestres del periodo antes mencionado respectivamente viene motivada porque es en estos niveles cuando los estudiantes reciben formación emprendedora.

Materiales: estructura y contenidos del cuestionario

Para la obtención de la información se ha utilizado tres cuestionarios, conforme al contenido del primer objetivo que se ha indicado anteriormente. A continuación se resumen las dimensiones y variables a medir, así como el tipo de medición que se ha escogido en cada una de estos instrumentos.

1) Perfil emprendedor

Son dos las dimensiones que se han considerado relevantes al objeto de caracterizar el tipo del perfil emprendedor de los estudiantes universitarios, y los tipos de negocios idóneos de acuerdo a las características de sus perfiles. Los tipos de perfil emprendedor a considerar fueron: realista-gerencial, investigativo-creador, artístico-imaginativo, social-afectivo, realizador-emprendedor y concreto-convencional.

Para evaluar la importancia de cada ítem se ha utilizado una escala aditiva, denominada tipo Likert de 3 puntos, siendo: 0 no tiene nada que ver conmigo, y 3 yo soy así.

2) Habilidad para emprender

Son dos dimensiones que se ha considerado relevante al objeto de determinar el nivel de habilidad emprendedora que posee el estudiante universitario a través del nivel de control interno y control externo. Para evaluar la importancia de cada ítem se ha utilizado una escala aditiva denominada tipo Likert de 5 puntos, siendo 1 nada importante, y 5 muy importante. Además de esta valoración, se solicitaba a los estudiantes que señalaran el que consideraban más relevante.

3) Características emprendedoras

Se utilizó un instrumento cuyo objetivo es medir las características emprendedoras. El cuestionario utilizado es de fuente de Emprendedorismo de Idelberto Chiavenato elaborado por la Ec. Raquel Donoso. El cuestionario utilizado incluye ítems para definir las siguientes características: la iniciativa personal, la predisposición para buscar oportunidades, perseverancia, comprometimiento, calidad de trabajo, eficiencia, coraje para asumir riesgos, fijación de metas u objetivos, predisposición para la búsqueda de información, familiaridad con actividades de planeamiento y monitoreo, capacidad de persuasión, capacidad para hacer contactos, independencia, autonomía y autocontrol. El formato de respuesta fue escala aditiva denominada tipo Likert de 6 puntos, desde “muy baja” (1) a “elevadísima” (6). La escala utilizada tiene el objetivo de medir la actitud emprendedora desde una perspectiva unidimensional, compuesta por las características que hemos indicado.

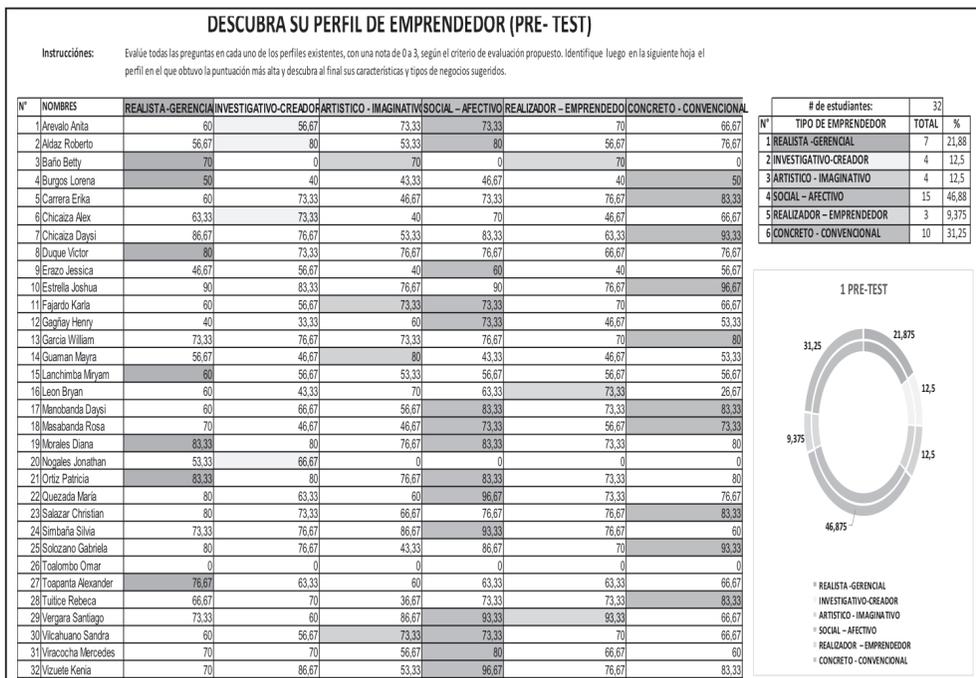
Procedimiento

Los cuestionarios fueron administrados entre los meses de noviembre de 2016 para el pretest y julio de 2017 para el postest, entre estudiantes del sexto y séptimo semestres respectivamente de la carrera de Comercio y Administración de la Universidad Central del Ecuador. Así mismo, el cuestionario se administró durante una sesión en la materia de Proyectos de emprendimiento, para conseguir el mayor volumen de respuestas posibles y para evitar posibles sesgos por el carácter de las asignaturas. El cuestionario fue autoadministrado en presencia del profesor y del personal del equipo investigador, que luego de unas instrucciones generales, aclaraba algunos aspectos del cuestionario, y resolvía las dudas que se planteaban durante la cumplimentación, cuya duración oscilaba entre 20 y 30 minutos. No se otorgaba ninguna gratificación por la participación en la investigación.

Resultados

Los resultados, producto de la aplicación de los instrumentos a los estudiantes de la carrera de Comercio y Administración de la Universidad Central del Ecuador, se analizan e interpretan, con la finalidad de dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación, realizando análisis univariantes y multivariantes de las variables de estudio que se presentan en cuadros estadísticos y gráficas, que permiten ilustrar los hechos estudiados, atendiendo a las características de los mismos.

Cuadro 1. Perfil del emprendedor (pretest)



Cuadro 2. Perfil del emprendedor (postest)

DESCUBRA SU PERFIL DE EMPRENDEDOR (POS-TEST)											
Instrucciones: Evalúe todas las preguntas en cada uno de los perfiles existentes, con una nota de 0 a 3, según el criterio de evaluación propuesto. Identifique luego en la siguiente hoja el perfil en el que obtuvo la puntuación más alta y descubra al final sus características y tipos de negocios sugeridos.											
N°	Nombre	REALISTA - GERENCIAL	INVESTIGATIVO - CREADOR	ARTÍSTICO - IMAGINATIVO	SOCIAL - AFECTIVO	REALIZADOR - EMPRENDEDOR	CONCRETO - CONVENCIONAL	N°	Descripción	Total	%
1	Aldaz Roberto	80,00	56,67	80,00	73,33	80,00	66,67	1	REALISTA-GERENCIAL	3	9,38
2	Arriavalo Ana	73,33	90,00	56,67	90,00	80,00	90,00	2	INVESTIGATIVO-CREADOR	6	18,75
3	Baño Betty	50,00	0,00	53,33	0,00	56,67	0,00	3	ARTÍSTICO-IMAGINATIVO	2	6,25
4	Burgos Lorena	53,33	53,33	50	56,67	70	43,33	4	SOCIAL-AFECTIVO	9	28,13
5	Carrera Erika	70,00	73,33	73,33	86,67	70,00	96,67	5	REALIZADOR-EMPRENDEDOR	9	28,13
6	Chicaiza Alex	73,33	90,00	56,67	83,33	0,00	0,00	6	CONCRETO-CONVENCIONAL	9	28,13
7	Chicaiza Dáysi	63,33	70,00	63,33	86,67	0,00	0,00				
8	Dugan Victor	73,33	73,33	70,00	70,00	80,00	70,00				
9	Erazo Jessica	86,67	56,67	46,67	60,00	53,33	63,33				
10	Estrella Joshua	80,00	76,67	66,67	76,67	86,67	86,67				
11	Fajardo Karla	60,00	56,67	73,33	73,33	70,00	66,67				
12	Gagliay Henry	73,33	63,33	46,67	50,00	43,33	76,67				
13	García William	66,67	63,33	73,33	73,33	83,33	60,00				
14	Guaman Mayra	56,67	56,67	70,00	56,67	83,33	56,67				
15	Lanchimba Miryam	60,00	56,67	53,33	56,67	80,00	0,00				
16	Leon Bryan	60,00	43,33	76,67	76,67	86,67	26,67				
17	Marobanda Dayni	60,00	76,67	76,67	93,33	80,00	83,33				
18	Masabando Rosa	63,33	40,00	60,00	53,33	70,00	76,67				
19	Morales Diana	80,00	96,67	83,33	90,00	80,00	86,67				
20	Nogales Jonathan	53,33	66,67	0,00	0,00	0,00	0,00				
21	Ortiz Patricia	73,33	70,00	76,67	73,33	80,00	70,00				
22	Perez Maria	66,67	60,00	60,00	60,00	53,33	70,00				
23	Quizada Maria	70,00	80,00	73,33	90,00	83,33	80,00				
24	Salazar Christian	80,00	73,33	66,67	76,67	76,67	83,33				
25	Solorzano Gabriela	80,00	90,00	66,67	96,67	80,00	90,00				
26	Toalombo Omar	100,00	90,00	93,33	86,67	90,00	90,00				
27	Toapanta Alexander	76,67	63,33	60,00	63,33	63,33	66,67				
28	Tuñice Rebeca	83,33	80,00	70,00	80,00	76,67	93,33				
29	Vergara Santiago	86,67	80,00	83,33	90,00	80,00	90,00				
30	Vilcahuano Sandra	60,00	56,67	63,33	63,33	83,33	66,67				
31	Viracocha Mercedes	70,00	70,00	56,67	80,00	66,67	60,00				
32	Vizcete Kenia	66,67	83,33	50,00	76,67	76,67	80,00				

DESCUBRA SU PERFIL DE EMPRENDEDOR (POST-TEST)			
N°	Descripción	Total	%
1	REALISTA-GERENCIAL	3	9,38
2	INVESTIGATIVO-CREADOR	6	18,75
3	ARTÍSTICO-IMAGINATIVO	2	6,25
4	SOCIAL-AFECTIVO	9	28,13
5	REALIZADOR-EMPRENDEDOR	9	28,13
6	CONCRETO-CONVENCIONAL	9	28,13

Discusión

Para determinar el *perfil emprendedor (32)*, *habilidad para emprender (33)* y *características emprendedoras (33)* de los estudiantes, se aplicó un pretest y un postest respectivamente y se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 3. Prueba de muestras relacionadas. Pretest vs. Postest Perfil emprendedor

Media	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
			Inferior	Superior				
Par 1 PRETEST POSTEST	,558	,548	,084	-,727	-,390	-6,681	31	,000

De acuerdo a los datos del cuadro 1, se evidencia que la probabilidad p-valor = 0,000 es menor que el nivel de significación $\alpha = 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula (Ho) de igualdad de medias entre las variables pretest vs. postest de perfil del emprendedor de los estudiantes de la carrera de Comercio y Administración de la Universidad Central del Ecuador.

Para complementar el análisis (cuadro 2) se determinó la media del pretest (3,77) que corresponde a la prueba diagnóstica aplicada a los estudiantes con la finalidad de determinar el perfil del emprendedor. Así como también, el resultado del postest (4,33) que corresponde a la evaluación final

Cuadro 4. Estadísticos de muestras relacionadas. Pretest vs. Postest Perfil emprendedor**Estadísticas de muestras emparejadas**

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	PRETEST	3,77	32	1,716	,262
	POSTEST	4,33	32	1,643	,251

Asimismo, se determinó el análisis de la habilidad para emprender, obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro 5. Prueba de muestras relacionadas. Pretest vs. Postest Habilidad para emprender

Media		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1	CONTROLIER CONTROLIEP	,67121	1,95054	,33955	-,02042	1,36284	1,977	32	,047

De acuerdo a los datos del cuadro 3, se evidencia que la probabilidad p-valor = 0,000 es menor que el nivel de significación $\alpha = 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) de igualdad de medias entre las variables Control interno y externo inicial (CONTROLIEP) vs. Control interno y externo final (CONTROLIER) de habilidad para emprender de los estudiantes de la carrera de Comercio y Administración de la Universidad Central del Ecuador. (Media variable CONTROLIEP = 2,4921 y variable CONTROLIER = 3,1633).

Finalmente, se determinó el análisis de las características emprendedoras, cuyos resultados fueron:

Cuadro 6. Prueba de muestras relacionadas. Pretest vs. Postest Características emprendedoras

Media		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1	CARACR- CARACTP	1,18394	1,64978	,28719	,59895	1,76893	4,122	32	,000

De acuerdo a los datos del cuadro 4, se evidencia que la probabilidad p-valor = 0,000 es menor que el nivel de significación $\alpha = 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) de igualdad de medias entre las variables Características emprendedoras inicial (CARACTP) vs. Características emprendedoras final (CARACTR) de los

estudiantes de la carrera de Comercio y Administración de la Universidad Central del Ecuador. (Media variable CARACTP = 3,3127 y variable CARACR = 4,4967).

Conclusiones

En función de los resultados se determina que el perfil emprendedor de los estudiantes de la carrera de Comercio y Administración es significativo, identificándose como un emprendedor investigativo-creador, realizador-emprendedor, social-afectivo y concreto-convencional. Complementando con el análisis de la escala de actitud emprendedora, existe una alta propensión hacia la creación de una empresa propia.

Respecto a la habilidad para emprender de los estudiantes de la carrera de Comercio y Administración de la Universidad Central del Ecuador, se determina que tienen un excelente nivel de control interno, con grandes posibilidades de iniciar una actividad como emprendedor o de destacarse profesionalmente.

Las características emprendedoras de los estudiantes de la carrera de Comercio y Administración de la Universidad Central del Ecuador es significativa, destacándose en parámetros de iniciativa personal, comprometimiento, calidad de trabajo, fijación de metas u objetivos, asumir riesgos, toma de decisiones, trabajo en equipo, y esencialmente se encuentran ligados al mundo de la innovación de ideas, productos, servicios o procesos.

La formación emprendedora a los estudiantes se debe fortalecer mediante estrategias y metodología innovadoras de aprendizaje que permita potenciar las habilidades de emprendimiento, conformando grupos multidisciplinarios de trabajo tando de directivos, docentes y estudiantes.

Referencias

- Bosma, Acs, Autio, Coduras y Levie (2009). *Global Entrepreneurship Monitor 2008 Executive Report*. Global Entrepreneurship Research Association (GERA). Recuperado de: http://entreprenorskapsforum.se/wp-content/uploads/2010/02/GEM-Global-Report_2008.pdf
- Cano, C. J., García, J., y Gea, A. B. (2003). *Actitudes emprendedoras y creación de empresas en los estudiantes universitarios*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Almería y Consejo Social de la Universidad de Almería. Recuperado de www.uv.es/~motiva/libromotiva/09CanoGarciaGea.pdf
- Cole, A. H. (1959). *Business enterprise in its social setting*. Harvard University Press. Cambridge, Mass.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008. Reformas en Registro oficial- Suplemento de 13 de julio de 2011.
- Espíritu, R., y Sastre, M. (2007). La actitud emprendedora durante la vida académica de los estudiantes universitarios. *Revista Científicas Complutense*, 17, 95-116. Recuperado de https://revistas.ucm.es/index.php/CESE/article/viewFile/CESE0707110095A/9419__

- Eldelman, L. Manolova, T. y Brush, C. (2008). «Entrepreneurship Education: Correspondence between Practices of Nascent entrepreneurs and textbook prescriptions for success». *Academy of Management Learning y Education*. 7(1).
- Gibb, A & Hannon, P. (2006). Towards the Entrepreneurial University. *International Journal of Entrepreneurship Education*, Vol 4, 73-110. Recuperado de https://scholar.google.com/scholar_lookup?publication_year=2006&pages=73-110&author=AA+Gibb&author=PD+Hannon&title=Towards+the+entrepreneurial+university
- GrebeL, T.; Pyka, A.; Hanusch, H. (2001). “An evolutionary approach to the theory of entrepreneurship”, *Industry and innovation*, 10 (4).
- Henry, C., Hill, F, y Leitch, C. (2005). «Entrepreneurship education and training: can entrepreneurship be taught? Part I». *Education + Training*, 47(2). Recuperado de <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/00400910510586524>
- Hisrich, R.; Peters, M. (2002). *Entrepreneurship*, 5.^a ed. Nueva York: Mc. Graw-Hill.
- Honig, B. (2004). «Entrepreneurship Education: Toward a model of contingency-based business planning».
- Kirzner, I. M. (1973). “Competition and entrepreneurship”, *The University of Chicago Press*. Recuperado de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=jLc3CgAA-QBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Kirzner,+I.+M.+\(1973\).+%E2%80%9CCompetition+and+entrepreneurship%E2%80%9D,+The+University+of+Chicago+Press.&ots=zI1w0xQpI_&sig=tVo3wBPsJpT1s6zi121XhzGpZig#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=jLc3CgAA-QBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Kirzner,+I.+M.+(1973).+%E2%80%9CCompetition+and+entrepreneurship%E2%80%9D,+The+University+of+Chicago+Press.&ots=zI1w0xQpI_&sig=tVo3wBPsJpT1s6zi121XhzGpZig#v=onepage&q&f=false)
- Neck, H, y Greene, P. (2011) . «Entrepreneurship Education: Known Worlds and New Frontiers». *Journal of Small Business Management*. 49(1), pp. 55–70. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1540-627X.2010.00314.x/full>
- Peterman, N. E., Kennedy, J. (2003). “Enterprise Education: Influencing Students’ Perceptions of Entrepreneurship”, *Entrepreneurship Theory and Practice*, 28 (2). Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1540-6520.2003.00035.x/full>.
- Rivera, L. P. (2016). *El emprendimiento y la creación de empresas. Etapas y factores claves de éxito*. (Tesis doctoral). Recuperado de <https://ciencia.urjc.es/handle/10115/14062>
- Robbins, S. & Judge, T. (2011) *Organizational behavior*. (14th) New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Robinson, P. B. y Sexton, E. A. (1994). “The efect of education and experience of self-employment success”, *Journal of Business Venturing*, 9 (2), Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/088390269490006X>
- Schincariol, D. (2000) *Iniciativas para estudiantes*, Barcelona: Marcombo.
- Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017)*. Recuperado de www.buenvivir.gob.ec

- Shepherd, D. (2004). «Educating Entrepreneurship students about emotion and learning from failure». *Academy of Management Learning and Education*, 3(3).
- Thursby, M.; Fuller, A.; Thursby, J. (2009). An integrated approach to educating professionals for careers in innovation. *Academy of Management Learning & Education*. 8(3). Recuperado de <http://amle.aom.org/content/8/3/389.short>
- Veciana, J. M. y Urbano, D. (2000): *Investigación sobre la asignatura de Creación de Empresas en la universidad española*. Departamento de Economía de la Empresa (Universidad Autónoma de Barcelona). [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=aIWzyLD4PUEC&oi=fnd&pg=PA35&dq=VECIANA,+J.M.+y+URBANO,+D.+\(2000\):+Investigaci%C3%B3n+sobre+la+asignatura+de+Creaci%C3%B3n+de+Empresas+en+la+universidad+espa%C3%B1ola.+Departamento+de+Econom%C3%ADa+de+la+Empresa+\(Universidad+Aut%C3%B3noma+de+Barcelona\).&ots=kkt3P_Ks91&sig=m0hwWwl-jXb5cbZSKWOoa9FXJngU#v=onepage&q=VECIANA%2C%20J.M.%20](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=aIWzyLD4PUEC&oi=fnd&pg=PA35&dq=VECIANA,+J.M.+y+URBANO,+D.+(2000):+Investigaci%C3%B3n+sobre+la+asignatura+de+Creaci%C3%B3n+de+Empresas+en+la+universidad+espa%C3%B1ola.+Departamento+de+Econom%C3%ADa+de+la+Empresa+(Universidad+Aut%C3%B3noma+de+Barcelona).&ots=kkt3P_Ks91&sig=m0hwWwl-jXb5cbZSKWOoa9FXJngU#v=onepage&q=VECIANA%2C%20J.M.%20)

Aplicación de Google en el proceso enseñanza aprendizaje en estudiantes de educación media

Víctor Hugo Zapata Achig

Universidad Central del Ecuador

vhzapata@uce.edu.ec

Recibido: 01 de septiembre de 2017 / *Aprobado:* 30 de noviembre de 2017

Resumen

Hay muchas razones que dirían que Google sí que es un método perfecto de búsqueda ya que no produce información propia, sino que la organiza y a su vez es gratuito, aspecto muy importante para los individuos que lo utilizan, sin embargo, hay que tener en cuenta si la información que ofrece Google es desde un aspecto objetivo o subjetivo. Google parece ser un buscador objetivo a la hora de estructurar la información, pero eso no es cierto ya que Google le otorga más valor a una información que a otra y ello le hace ser subjetivo y a través de esa subjetividad a la hora de estructurar la información Google obtiene beneficios económicos muy altos. Ello también se debe a que esta empresa ha sabido ser muy útil para cada individuo ya que el tener acceso a tanta información posibilita a la sociedad desarrollarse más rápidamente, permitiéndoles ser más innovadores y estar más informados para poderle hacer frente a la vida de una forma más fácil. Google nos permite tener el acceso a toda la información del mundo ya que tiene la tecnología adecuada para almacenarla y la red para poder distribuirla a todo el planeta, a su vez Google nos permite buscar información cuando nosotros queremos no cuando los medios de comunicación como la televisión desean proporcionarla. Por ello quizás su cuota de mercado es del 60%, porque ha sabido crear herramientas que son muy útiles a la hora de trabajar, establecer relaciones con otros individuos, enviar y recibir correo,

búsqueda de libros, entre ellos Gmail, Blogger, Facebook, YouTube y también ha sabido obtener unos beneficios muy elevados gracias a la gran cantidad de publicidad contextual que se halla en sus páginas. En referencia a la búsqueda de libros en Google, este se ha asociado a seis bibliotecas entre ellas las de Stanford que gracias al sistema de escáner robótico que Google posee puede escanear al año muchas obras. Su objetivo es conseguir un beneficio público a través de generar muchas visitas a su página, y lo ha conseguido, quizás se haya convertido en un monopolio de internet, porque si bien es cierto que existen muchos otros buscadores los individuos sólo conocen Google y les gusta. Por otra parte, Google no es una empresa tradicional, ya que la política de empresa se basa en un modelo universitario, por varias razones, primero porque se hallan alumnos, profesores de la universidad de Stanford, segundo porque la forma de trabajo es muy similar a la de un universitario, es decir, pasa todo el día en la empresa, sin embargo, el empleado decide cuando descansar e invertir su tiempo en ocio dentro de la empresa ya que dispone de gimnasios, restaurantes... el empleado es el propio decisor de cómo se va a organizar su tiempo de trabajo y su tiempo de ocio. Quizás sea una política buena para que el trabajador se sienta sin ningún tipo de presión y se implique mucho en la empresa ya que estos disfrutan del trabajo que realizan. Internet y Google han hecho cambiar muchos aspectos de nuestra vida, entre ellos el estar cada segundo informado de todos los sucesos que estén ocurriendo en cualquier parte del planeta.

Palabras clave: Proceso de enseñanza aprendizaje se concibe como el espacio en el cual el principal protagonista es el alumno y el profesor cumple con una función de facilitador de los **procesos de aprendizaje**.

Abstract

There are many reasons that would say that Google is a perfect method of searching because it does not produce information of its own, but organizes it and in turn is free. This is very important aspect for the individuals who use it, however you have to take into account if the information that Google offers is from an objective or subjective aspect. Google seems to be an objective searcher when it comes to structuring the information, but that is not true since Google gives more value to one information than to another and this makes it subjective and through that subjectivity when structuring the information Google gets very high economic benefits. This is also because this company has proven to be very useful for each individual since having access to so much information allows society to develop more quickly, allowing them to be more innovative and more informed to be able to cope with life more easily it and Google, allows us to have access to all the information in the world as it has the appropriate technology to store it and the network to be able to distribute it to the whole planet, in turn Google allows us to

look for information when we want not when the media chooses to provide it. This is why its market share is 60% because it has been able to create tools that are very useful when working, establishing relationships with other individuals, sending and receiving mail, searching for books, including Gmail, Blogger, Facebook, Youtube and also has been able to obtain very high profits thanks to the large amount of contextual advertising that is on your pages. In reference to the search of books in Google, this has been associated with six libraries including Stanford thanks to the system of robotic scanner Google can scan many works a year. The goal is to get a public benefit by generating many visits to your page, and this has succeeded. Consequently it has become an Internet monopoly, because eventhough there are many other search engines individuals only know Google. On the other hand, Google is not a traditional company, since company policy is based on a university model, for several reasons, first because there are students and professors of Stanford University, second because the way of working is very similar to that of a university. The employee spends all the day in the company but the employee also decides when to rest and to invest his time in leisure within the company since it has gyms, restaurants ... the employee is the own decision maker of how it goes to organize the working time and the leisure time. Perhaps it is a good policy for the workers to feel without any pressure and become very involved in the company as they enjoy the work they do. The Internet and Google have changed many aspects of our lives, including being every second informed of all the events that are happening anywhere on the planet.

Keywords: Teaching and learning process - Web2.0 - Google

Introducción

En el Ecuador en un 20% todas las instituciones educativas de nivel medio, fiscales y particulares, utilizan a Google como un buscador, durante el proceso de inter aprendizaje.

Es decir, este proyecto propone cambiar la metodología de enseñanza del docente y la forma de participación del grupo de adolescentes durante el proceso de enseñanza–aprendizaje, mejorando así la actitud de las personas inmersas en el quehacer educativo.

La importancia del tema radica en socializar el uso y aplicación de las herramientas como:

- Google: el buscador de buscadores.
- Gmail: servicio de correo electrónico que ofrece la alucinante cifra de más de 7G de espacio que se encuentra en constante expansión.
- Google groups: herramienta destinada a crear tus propios grupos de personas o participar en un grupo como miembro.
- Google calendar: herramienta útil y aplicable como servicio de calendario. Esta herramienta tiene la finalidad de ser utilizada como agenda.
- Blogger: para crear su propio blog.
- Google Docs & Spreadsheets ofimática on-line y gratuita, herramienta dirigida a constituirse en una forma de administración y creación de archivos de oficina.
- Google dictionary: diccionario para todos y en multitud de idiomas.
- Google translate: servicio de traducción de página web o de texto.

De lo revisado existen usos y aplicaciones aisladas como son redes sociales que tratan de difundir el uso de Google y curso de ciertas herramientas para su utilización .

Red social Socialstream

Una red social patrocinada por Google que pretende ser la red de redes sociales. Google está patrocinando Socialstream, un proyecto para mostrar, de manera agregada, toda la información generada por un determinado usuario en las distintas aplicaciones sociales, gracias a las diferentes APIs de éstas. Lo denominan una “Unified Social Network (USN)” y se encuentra en fase de desarrollo por parte de la universidad estadounidense de Carnegie Mellon. [1]

OpenSocial, la red social de Google

Una red social abierta, basada en el correo electrónico, mensajería instantánea y en los eventos que el usuario realice en la red. [2]

No se ha encontrado nada específico enfocado a la gestión educativa de manera holística que tenga orientación a la Web 2.0, particularmente con el aprovechamiento de las herramientas Google direccionadas desde un CMS.

En el primer capítulo de este documento consta: el planteamiento, formulación y justificación del problema que es objetivo de investigación.

En el segundo capítulo se especifica la fundamentación teórica que será la base para aplicar y gestionar la utilización de Google en el PEA; se especifica la fundamentación legal que respalda al documento a elaborar buscando cumplir con los objetivos planteados, también se enlista las variables y su conceptualización.

Los tipos de investigación que serán empleados, la población y muestreo que son objeto de estudio, la operacionalización de variables; los instrumentos de investigación utilizados, los procedimientos de investigación desarrollados, las técnicas de recolección de la información, técnicas para el tratamiento, análisis de información y los criterios que se usarán para validar el documento propuesto son detallados en el tercer capítulo.

Como parte de este informe se anotan las referencias bibliográficas que han sido tomadas en cuenta por la relevancia de sus contenidos científicos, las mismas que deberán ser tomadas en cuenta el momento de necesitar conocimientos más amplios sobre un determinado tema.

Este proyecto ha sido elaborado con la finalidad de transmitir en forma simplificada el uso de herramientas gratuitas en la Web 2.0. Para potencializar y facilitar la comprensión se han desglosado diferentes subtemas planteados como conceptos básicos que debe conocer el lector por ello se ha especificado datos básicos.

Buscando dar una idea global de la forma de presentación que tendrá el resultado o informe final de este proyecto, se ha detallado la utilidad práctica incorporando redes sociales, la tendencia en las comunicaciones a través de internet va cada vez más hacia las comunicaciones multimedia en la utilización de herramientas Web 2.0. Teniendo como parámetros a seguir las preguntas directrices que encaminarán el proceso de investigación.

Se enlistan los tipos de investigación que se desarrollarán durante este proceso tomando en cuenta la población que es objeto de estudio y los instrumentos de investigación que se utilizarán para recolectar la información que se necesite como base o punto de partida del proyecto.

¿Qué efectos e impactos podrían tener las nuevas tecnologías o los nuevos conocimientos en el grupo objetivo?

- En lo tecnológico promover el uso de la Web 2.0
- En lo económico, bajar costos en la gestión educativa
- En lo social, difundir el uso de las herramientas orientadas a la educación
- En lo institucional, permitir una gestión integral

La tecnología en el mundo avanza constantemente y la preocupación de todo ser humano es velar siempre por optimizar la labor y el trabajo, por lo que se ha visto necesario realizar la aplicación de Google y la utilización de las herramientas gratuitas Web 2.0, en una institución educativa que facilite el interaprendizaje tanto en la teoría como en la práctica. La práctica viene a ser una herramienta motivadora para los docentes que son los interesados de mostrar la capacidad que cada uno puede dar frente a los problemas que se presenten.

Métodos y materiales

Para la investigación documental se obtendrá información por medio de la lectura científica, la cual se basa en los procesos mentales de comprensión, reflexión, inducción, deducción, análisis y síntesis permitiendo conocer o crear una idea clara, precisa sobre el tema de estudio, ayudando a la proyección de la aplicación de conocimientos adquiridos en forma adecuada.

- Identificar claramente el problema
- Proponer una explicación científica y tecnológica
- Analizar e interpretar los datos recogidos que servirá como punto de partida para la investigación
- Presentar los resultados de la investigación para inferir las posibles soluciones y recomendaciones.

Podemos establecer dos grandes clases de métodos de investigación: los métodos lógicos y los empíricos. Los primeros son todos aquellos que se basan en la utilización del pensamiento en sus funciones de deducción, análisis y síntesis, mientras que los métodos empírico, se aproximan al conocimiento del objeto mediante su conocimiento directo y el uso de la experiencia, entre ellos encontramos la observación y la experimentación.

Método lógico deductivo

Mediante este método se aplican los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios. El papel de la deducción en la investigación es doble:

- a. Primero consiste en encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos. Una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya. Si un cuerpo cae decimos que pesa porque es un caso particular de la gravitación.
- b. También sirve para descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos. Si sabemos que la fórmula de la velocidad es $v=e/t$, podremos calcular la velocidad de un avión. La matemática es la ciencia deductiva por excelencia; parte de axiomas y definiciones.

Modelos pedagógicos

Para la conceptualización del mismo seguiremos los aportes de Rafael Florez Ochoa, y que expresa que estos son categorías descriptivas, auxiliares para la estructuración teórica de la pedagogía, pero que solo adquieren sentido contextualizado históricamente. [5]

Modelo constructivista

La pedagogía constructivista sostiene que el individuo construye su peculiar modo de pensar, de conocer, de un modo activo, como resultado de la interacción

entre sus capacidades innatas y la exploración ambiental que realiza mediante el tratamiento de la información que recibe del entorno [7]

Técnica

La visión global de la fuente de consulta mediante la observación, análisis e investigación preliminar del texto, documento o libro, la ubicación del tema en la disciplina científica nos permitirá ver la muestra del tema en forma organizada, coherente y lógica dentro del área de conocimiento.

Una vez cumplida esta fase se procederá al análisis de contenido y a la redacción:

El análisis del contenido, identifica la terminología más adecuada para el trabajo científico, “lenguaje científico, técnico y no vulgar”.

La redacción y estilo permite construir adecuadamente frases, oraciones y la correcta utilización de signos de puntuación y de normas y reglas ortográficas.

En lo que tiene que ver con la investigación de campo se necesitará de las siguientes técnicas: la entrevista y la encuesta.

- Entrevista explorativa la que nos permitirá iniciar el estudio, cuando todavía no se tiene un conocimiento profundo del fenómeno que se investiga.
- La encuesta que permitirá formular una serie de preguntas referentes al tema y servirá para sondear la opinión pública, permitiendo determinar las necesidades de la implantación de un sistema educativo actualizado.

Instrumento

Tabla 1. Instrumento

ESTUDIANTES DE LA ESPECIALIDAD DE INFORMATICA	120	PORCENTAJE
ESTUDIANTES DE BACHILLERATO	450	45%
ESTUDIANTES DE NIVEL BÁSICO	550	55%
ESTUDIANTES MATRICULADOS PERIODO 2001 – 2012	1.000	100%

El tamaño de la población se encuentra constituido por los 1.000 estudiantes del nivel medio que comprenden los 550 de nivel básico o de octavo a décimo año y 450 estudiantes de bachillerato.

Con la aplicación de la fórmula para muestra finita por ser menores a 500000 elementos de la población:

Tabla 2. Muestra para la aplicación

z	1,96
N	1000
p	0,5
q	0,5
e	0,05

El tamaño muestral es de 278 personas a ser encuestadas.

Resultados

Análisis e interpretación de los resultados

1. Conoces qué es Google?

Tabla 3. Conocimiento de Google

Definitivamente si	256	92%
Probablemente si	22	8%
Probablemente no	0	0%
Definitivamente no	0	0%

Análisis e interpretación

La importancia que ha adquirido Google con el pasar del tiempo es asombrosa, se ha vuelto el buscador en internet más solvente y audaz, y tiene una trascendencia y acogida aún más grande ya que la mayoría de personas encuestadas manifestaron con certeza conocer Google, y ni una solo mostró desconocer acerca del mismo.

2. Cómo fue que conociste o te enteraste de Google?

Tabla 4. Conociste a Google

Curiosidad	83	30%
A través de profesores	48	17%
Amigos	89	32%
Familiares	58	21%

Análisis e interpretación

La recomendación recibida por parte de amigos junto con la curiosidad que despiertan las herramientas de internet hoy en día, son algunas de las razones que encabezan el conocimiento de Google.

¿Habitualmente para qué utilizas Google? Estudios

Tabla 5. Utilización de Google

Siempre	158	57%
Casi siempre	58	21%
Rara vez	39	14%
Nunca	23	8%

Análisis e interpretación

Google se ha transformado en una fuente inagotable de consultas, sobre tareas, estudios, entre otras muchas investigaciones académicas, es por ello que la mayoría de encuestados afirma siempre usar Google como su base de consultas de estudio.

Diversión / juegos

Tabla 6. Google diversión

Siempre	89	32%
Casi siempre	128	46%
Rara vez	50	18%
Nunca	11	4%

Análisis e interpretación

El usar Google como un buscador para encontrar diversión como juegos y pasatiempos también ha despertado gran interés, en esta pregunta salta a la vista que el uso de Google para esta finalidad, tiene una frecuencia grande.

Chat

Tabla 7. Chat como Google

Siempre	39	14%
Casi siempre	103	37%
Rara vez	108	39%
Nunca	28	10%

Análisis e interpretación

El uso de Google para chatear no muestra un alto nivel de aceptación, aunque cabe mencionar que no es del todo relegado ya que algunos encuestados mostraron utilizarlo para esta finalidad.

Motor de búsqueda

Tabla 8. Motor de Búsqueda

Siempre	189	68%
Casi siempre	39	14%
Rara vez	50	18%
Nunca	0	0%

Interpretación

La mayoría de encuestados que son usuarios de Google manifiestan sentirse muy acogidos con las garantías del motor de búsqueda del que es poseedor Google y es por esta razón que un alto número de usuarios lo prefieren como su buscador.

CONSOLIDACIÓN PREGUNTA 3				
	Siempre	Casi siempre	Rara vez	Nunca
3,1,	57%	21%	14%	8%
3,2,	32%	46%	18%	4%
3,3,	14%	37%	39%	10%
3,4,	68%	14%	18%	0%
TOTAL	42,75%	29,5%	22,25%	5,5%

Tabla 9. Consolidación de pregunta

CONSOLIDACIÓN PREGUNTA			
	Casi siempre	Rara vez	Nunca
Siempre	42,75%	29,5%	22,25%
			5,5%

Análisis e interpretación

El uso de Google como una herramienta de búsqueda por sus diversas utilidades según los resultados de la encuesta es de gran acogida ya que ofrece muchas ventajas, es por ello que los encuestados han respondido con unas notables cifras de ser frecuente su uso.

4.- Cuáles de las siguientes herramientas de Google utilizas y crees que son importantes de acuerdo a tu criterio, que tiempo destinas para su uso?

Tabla 10. Herramientas de Google

Siempre	239	86%
Casi siempre	17	6%
Rara vez	11	4%
Nunca	11	4%

Análisis e interpretación

Para la gran mayoría de encuestados la herramienta de Google search (búsqueda) es muy importante tanto por su eficacia como rapidez a la hora de mostrar resultados y, al contrario, existe una muestra muy pequeña de usuarios que desconocen esta herramienta.

Google Maps (buscador de mapas y sitios)

Tabla 11. Google Maps

Siempre	81	29%
Casi siempre	83	30%
Rara vez	108	39%
Nunca	6	2%

Análisis e interpretación

El Google Maps (buscador de mapas y sitios) como herramienta de búsqueda, según la encuesta propuesta ha mostrado que no tiene gran acogida y es por eso que los encuestados contestaron en gran parte haberlo utilizado rara vez, aunque no es del todo desconocido ya que varios encuestados respondieron hacer uso de él con frecuencia.

Google Alerts (Alerta de correos)

Tabla 12. Google Alerts

Siempre	42	15%
Casi siempre	150	54%
Rara vez	31	11%
Nunca	55	20%

Análisis e interpretación

La alerta de correos (Google Alerts) que es parte de la gran variedad de herramientas que ofrece Google tiene una frecuencia de uso considerablemente alta por ser casi siempre utilizada por más de la mitad de los alumnos encuestados.

Tabla 13. Google Alerts interpretación

Siempre	56	20%
Casi siempre	128	46%
Rara vez	72	26%
Nunca	22	8%

Análisis e interpretación

El servicio de correo electrónico que ha implementado Google, denominado Gmail cada vez gana más adeptos y la encuesta propuesta lo corrobora así ya que existe un buen número de alumnos que manifiestan dedicarle tiempo a la revisión de sus cuentas de correo en Google.

Google News (catálogo de noticias)

Tabla 14. Google News

Siempre	81	29%
Casi siempre	47	17%
Rara vez	136	49%
Nunca	14	5%

Análisis e interpretación

Google news que funciona como un catálogo de noticias, no despierta gran interés en los encuestados y es que un gran porcentaje de ellos aseguró utilizar esta herramienta muy rara vez.

Google Translation (TRADUCTOR)

Tabla 15. Google Translation

Siempre	183	66%
Casi siempre	56	20%
Rara vez	25	9%
Nunca	14	5%

Análisis e interpretación

A la hora de realizar traducciones de texto de varios idiomas los encuestados encuentran como una opción segura y factible para ser siempre utilizada al Google Translation (traductor).

Tabla 16. Google Translation interpretación

Siempre	83	30%
Casi siempre	56	20%
Rara vez	100	36%
Nunca	39	14%

Personal Search

Análisis e interpretación

Personal Search es una herramienta poco utilizada por los estudiantes ya que la mayoría manifiesta no tener conocimiento de su utilidad en sus actividades diarias y en otros casos ni siquiera conocían de la existencia de la misma.

YouTube (videos)

Tabla 16. Google Youtube

Siempre	236	85%
Casi siempre	34	12%
Rara vez	8	3%
Nunca	0	0%

Análisis e interpretación

A la hora de mirar videos por medio de la opción Youtube (videos), los estudiantes que respondieron a la encuesta manifestaron contundentemente y en gran porcentaje que siempre utilizan esta herramienta

Tabla 17. Google Youtube

Siempre	34	12%
Casi siempre	58	21%
Rara vez	86	31%
Nunca	100	36%

Google Reader (lector)

Tabla 18. Google Reader

Siempre	25	9%
Casi siempre	67	24%
Rara vez	72	26%
Nunca	114	41%

Análisis e interpretación

El Google Reader (lector) que sirve para agregar las novedades de las webs visitadas a la carpeta de favoritos, no mostró tener mayor acogida ya que entre las personas que nunca lo usan y las que lo hacen rara vez suman un total de más del 50%, lo que evidencia su escasa utilidad.

Google Docs (documentos)

Análisis e interpretación

El Google Docs (documentos) que es de gran utilidad al momento de realizar trabajos online, manifiesta tener una acogida por parte de los encuestados de algo frecuente a muy frecuente.

Google Scholar (Académico)

Tabla 19. Google Scholar

Siempre	89	32%
Casi siempre	42	15%
Rara vez	108	39%
Nunca	39	14%

Análisis e interpretación

Tabla 20. Google Scholar

Siempre	56	20%
Casi siempre	89	32%
Rara vez	25	9%
Nunca	108	39%

Esta herramienta a pesar de tener una funcionalidad muy buena y servir de gran ayuda para realizar trabajos no tiene la aceptación que se espera, el desconocimiento

de la herramienta podría ser el factor clave, y es por esto que el mayor número de encuestados respondió nunca haber recurrido a ella.

Desktop (Búsqueda en el propio equipo)

Tabla 21. Google Scholar interpretación

Siempre	118	42%
Casi siempre	78	28%
Rara vez	51	19%
Nunca	31	11%

Análisis e interpretación

La búsqueda en el propio equipo como si se tratara de la web que ofrece Google mediante el Desktop, para la mayoría de alumnos es una herramienta que se utiliza siempre y casi siempre alcanzando entre ambas más del 50%.

Gtalk (mensajes instantáneos)

Análisis e interpretación

La herramienta Gtalk que entre otras cosas, sirve para enviar mensajes instantáneos no es del todo desconocida entre los encuestados, aunque gran parte de ellos respondió utilizarla rara vez y el número de estudiantes que manifestaron sí utilizarla siempre se ubicó detrás de ellos.

Google Groups

Tabla 22. Google Groups

Siempre	36	13%
Casi siempre	53	19%
Rara vez	25	9%
Nunca	164	59%

Análisis e interpretación

La aplicación que permite crear grupos de contactos en Google para interactuar entre usuarios sobre diversos temas de consultas, es muy poco utilizada por los alumnos y es que la mayoría aseguró nunca haberla utilizado.

Google Images (buscador de imágenes)

Tabla 23. Google images

Siempre	239	86%
Casi siempre	28	10%
Rara vez	11	4%
Nunca	0	0%

Análisis e interpretación

Google images (buscador de imágenes) es de las herramientas más utilizadas en Google y así lo demuestran las respuestas obtenidas en base a esta pregunta, un contundente 86% del total de encuestados muestra su aceptación.

Google blogs (buscador en blogs)

Tabla 24. Google Blogs

Siempre	122	44%
Casi siempre	89	32%
Rara vez	39	14%
Nunca	28	10%

Análisis e interpretación

El buscador de información en blogs que posee Google, es de mucho agrado para los encuestados, ya que recopila la información de toda la web y la busca solo en blogs, por lo que a la hora de realizar una consulta varios de los alumnos la utilizan siempre, otros tanto con menor frecuencia y los que jamás la han utilizado son pocos.

Google Calendar (calendario público)

Tabla 25. Google Calendar

Siempre	47	17%
Casi siempre	39	14%
Rara vez	108	39%
Nunca	84	30%

Análisis e interpretación

El Google Calendar no es de las herramientas más utilizadas por los estudiantes encuestados ya que su respuesta a esta pregunta osciló en mayor porcentaje a estudiantes que la desconocen y otros tantos que la utilizan muy rara vez.

Blogger (creador de blogs)

Tabla 26. Blogger

Siempre	47	17%
Casi siempre	42	15%
Rara vez	97	35%
Nunca	92	33%

Análisis e interpretación

El empleo de la herramienta Blogger (creador de bloques) en Google por parte de los estudiantes no muestra ser de mayor aceptación varios desconocen su uso y otros tantos solo la usan pocas veces

Google Dictionary (diccionario)

Tabla 27. Google Dictorionary

Siempre	145	52%
Casi siempre	72	26%
Rara vez	36	13%
Nunca	25	9%

Análisis e interpretación

El diccionario que ofrece Google, según los resultados obtenidos da una muestra de que los estudiantes lo usan frecuentemente como medio de consulta sobre palabras que desconocen.

Libros (búsqueda de libros)

Tabla 28. Google Libros

Siempre	125	45%
Casi siempre	67	24%
Rara vez	47	17%
Nunca	39	14%

Análisis e interpretación

La búsqueda de libros implementada en Google, es una herramienta bastante útil, de los estudiantes encuestados la mayoría respondió usarla como fuente de consulta sobre diversos libros y autores.

Tabla 29. Consolidación pregunta 4

CONSOLIDACIÓN PREGUNTA 4				
	Siempre	Casi siempre	Rara vez	Nunca
4,1,	86%	6%	4%	4%
	239	17	11	11
4,2,	29%	30%	39%	2%
4,3,	15%	54%	11%	20%
4,4,	20%	46%	26%	8%
4,5,	29%	17%	49%	5%
4,6,	66%	20%	9%	5%
4,7,	12%	11%	31%	36%
4,8,	85%	12%	3%	0%
4,9,	9%	24%	26%	41%
4,10,	30%	20%	36%	14%
4,11,	20%	32%	9%	39%
4,12,	42%	28%	19%	11%
4,13,	32%	15%	39%	14%
4,14,	13%	19%	9%	59%
4,15,	80%	10%	4%	0%
4,16,	44%	32%	14%	10%
4,17,	17%	14%	39%	30%
4,18,	17%	15%	35%	33%
4,19,	52%	26%	13%	9%
4,20,	45%	24%	17%	14%
TOTAL	37,15%	22,75%	21,6%	17,7%

Consolidación pregunta 4

Tabla 30. Consolidación 4

Siempre	Casi siempre	Rara vez	Nunca
37,15%	22,75%	21,6%	17,7%

Análisis e interpretación

Son diversas las herramientas que posee Google y múltiples las utilidades que brinda a todos sus usuarios. En lo referente a la educación Google posee una serie de herramientas que facilita la vida de los mismos y ayuda en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

5.- Qué tipo de información buscas o requieres de Google habitualmente?

Tabla 31. Google habitualmente

Didáctica para tareas	33	12%
Científica	31	11%
Deportes	28	10%
Cultura	22	8%
Ocio	56	20%
Música	44	16%
Video	39	14%
Arte	25	9%

Análisis e interpretación

Para esta pregunta la mayoría de participantes de la encuesta aseguraron sentirse mayormente atraídos a buscar sitios destinados al ocio y el pasatiempo, seguido muy de cerca por los alumnos que prefieren buscar y descargar música al igual que mirar videos; los estudiantes que indagan en Google sobre temas de consulta, tareas y actividades escolares también suman un buen porcentaje.

6.- De las herramientas de google, cuáles te gustaría dominarlas y utilizarlas y para qué?

Google Search (búsqueda)

Tabla 32. Google habitualmente

Mucho	92	33%
Poco	142	51%
Nada	44	16%

Análisis e interpretación

La mayoría de encuestados no sienten que sea de gran importancia dominar esta herramienta, mientras que otra parte de los encuestados manifestó que si sería bueno dominarla para obtener mejores resultados de búsqueda.

Google Maps (buscador de mapas y sitios)

Tabla 33. Google Maps

Mucho	136	49%
Poco	84	30%
Nada	58	21%

Análisis e interpretación

Para buscar mapas de diferentes lugares a muchos de los estudiantes les parece que sería muy valioso dominar esta herramienta que les permita obtener mejores resultados a la hora de buscar sitios.

Google Alerts (alerta de correos)

Tabla 34. Google alerts

Mucho	44	16%
Poco	73	26%
Nada	161	58%

Análisis e interpretación

Saber utilizar de forma adecuada el Google Alerts para varios encuestados sería importante por sus ventajas, pero cabe mencionar que otro buen número de alumnos no manifiestan sentir que sea necesario.

Gmail

Tabla 35. Google Gmail

Mucho	58	21%
Poco	100	36%
Nada	120	43%

Análisis e interpretación

Pocos son los estudiantes a los que les agradaría manejar mejor sus cuentas de correo en Google (Gmail), la mayor parte de ellos respondió no querer dominar esta herramienta.

Google News (catálogo de noticias)

Tabla 36. Google News

Mucho	44	16%
Poco	73	26%
Nada	161	58%

Análisis e interpretación

Esta es otra de las herramientas que no despierta mayor interés en los estudiantes encuestados y es que un 58% así lo aseguró, no es del agrado de los alumnos dominar las funciones de dicha herramienta.

Google Translation (traductor)

Tabla 37. Google Translation

Mucho	114	41%
Poco	92	33%
Nada	72	26%

Análisis e interpretación

A varios encuestados les gustaría manejar mejor la traducción de textos a diversos idiomas, aunque también en muchos de los encuestados, esta aplicación no despierta gran interés.

Personal Search

Tabla 38. Google Search

Mucho	81	29%
Poco	53	19%
Nada	144	52%

Análisis e interpretación

Más del 50% de los encuestados manifestó no sentir curiosidad por aprender a utilizar y dominar esta aplicación de Google, lo que deja en claro su poca relevancia para los participantes de la encuesta.

YouTube (videos)

Tabla 39. Google YouTube

Mucho	189	68%
Poco	56	20%
Nada	33	12%

Análisis e interpretación

Aprender a navegar mejor, sobre todo a la hora de mirar y descargar videos es para los estudiantes de gran importancia; tanto así que el mayor porcentaje de ellos expreso querer manejar mejor las opciones del YouTube.

Google Reader (lector)

Tabla 40. Google Reader

Mucho	86	31%
Poco	108	39%
Nada	84	30%

Análisis e interpretación

Aprender a manejar mejor esta aplicación despierta un poco de interés en los alumnos, es pequeño el número de estudiantes que quisieran saber más de sus funciones y ventajas.

Google Docs (documentos)

Tabla 41. Google Docs

Mucho	86	31%
Poco	108	39%
Nada	84	30%

Análisis e interpretación

De los resultados expuestos queda en evidencia que el mayor número de encuestados no le presta mucha importancia a manejar esta herramienta, mientras que un porcentaje algo significativo manifestó sentirse atraído a aprender a utilizar mejor esta herramienta.

Google Scholar (académico)

Tabla 42. Google Scholar

Mucho	67	24%
Poco	117	42%
Nada	94	34%

Análisis e interpretación

Un número significativo de encuestados muestra que no utiliza mucho esta herramienta por lo que no creen conveniente aprender más sobre las ventajas que la misma puede ofrecer.

Desktop (búsqueda en el propio equipo)

Tabla 43. Google desktop

Mucho	56	20%
Poco	97	35%
Nada	125	45%

Análisis e interpretación

Es evidente el desinterés que despierta en la mayoría de los participantes de esta encuesta la herramienta de Google Desktop. El porcentaje que la ve como importante es menor pero significativo.

Gtalk (mensajes instantáneos)

Tabla 44. Google Gtalk

Mucho	128	46%
Poco	100	36%
Nada	50	18%

Análisis e interpretación

A la mayoría de los encuestados le gustaría dominar mejor las herramientas que ofrece esta aplicación. Un porcentaje menor afirma querer dominarla mejor pero sin mucho interés, y a otros tantos no les parece que sea de gran importancia aprender más sobre las misma.

Google Groups

Tabla 45. Google Groups

Mucho	42	15%
Poco	103	37%
Nada	133	48%

Análisis e interpretación

Es claro que para la mayoría de estudiantes las ventajas que ofrece Google Groups no son de su agrado, así lo exponen los resultados obtenidos en base a esta pregunta.

Google Images (buscador de imágenes)

Tabla 46. Google Groups

Mucho	219	79%
Poco	42	15%
Nada	17	6%

Análisis e interpretación

Un contundente 79% usa esta herramienta, lo que deja en claro que es de mucho provecho para los jóvenes aprender a manejar y dominar esta aplicación disponible de Google.

Google blogs (buscador en blogs)

Tabla 47. Google Blogs

Mucho	131	47%
Poco	83	30%
Nada	64	23%

Análisis e interpretación

La búsqueda de información en blogs por parte de los estudiantes es una muy buena opción que ellos utilizan para acceder a sus consultas. Es muy poco desconocida esta herramienta.

Google Calendar

Tabla 48. Google Calendar

Mucho	47	17%
Poco	92	33%
Nada	139	50%

Análisis e interpretación

De los resultados proporcionados podemos citar que esta no es de las novedades que más atrae a los usuarios de Google, y es por eso que en tercer lugar aparecen solamente 47 alumnos asegurando su interés por dominar esta herramienta.

Blogger (creador de blogs)

Tabla 49. Google Blogger

Mucho	131	47%
Poco	83	30%
Nada	64	23%

Análisis e interpretación

EL creador de blogs que ofrece Google tiene un grado de aceptación considerable en los encuestados, y es que a muchos de ellos les gustaría dominar mejor sus funciones y sacar mayor provecho de las misma.

Google Dictionary (diccionario)

Tabla 50. Google diccionario

Mucho	95	34%
Poco	122	44%
Nada	61	22%

Análisis e interpretación

No es muy difundida la utilización del diccionario de Google. De todos los participantes de la encuesta solo 95 estudiantes manifestaron ver al diccionario como un buen elemento, los demás no lo toman con mucho interés.

Libros (búsqueda de libros)

Tabla 51. Google Blogger

Mucho	108	39%
Poco	128	46%
Nada	42	15%

Análisis e interpretación

Podemos plantear que el uso de Google libros tiene algo de relevancia para los jóvenes participantes de la encuesta en vista de los 108 que respondieron sí utilizarlo frecuentemente, pero cabe mencionar que también existe un buen número de ellos que no considera al Google libros como una herramienta importante.

Consolidación pregunta 6

	Mucho	Poco	Nada
6,1,	33%	51%	16%
6,2,	49%	30%	21%
6,3,	39%	24%	37%
6,4,	21%	36%	43%
6,5,	16%	26%	58%
6,6,	41%	33%	26%
6,7,	29%	19%	56%
6,8,	68%	20%	14%
6,9,	31%	30%	39%
6,10,	31%	39%	30%
6,11,	24%	42%	34%
6,12,	20%	35%	45%
6,13,	46%	36%	18%
6,14,	15%	37%	48%
6,15,	79%	15%	6%
6,16,	47%	30%	23%
6,17,	17%	33%	50%
6,18,	47%	30%	23%
6,19,	34%	44%	22%
6,20,	39%	46%	15%
TOTAL	36,3%	32,8%	31,2%

Tabla 52. Consolidación de la pregunta 6

CONSOLIDACIÓN PREGUNTA 6		
Mucho	Poco	Nada
36,3%	32,8%	31,2%

Análisis e interpretación

La falta de información acerca de las funciones que brindan las herramientas Google ha generado un desinterés por parte de los estudiantes hacia un mayor conocimiento, razón por la cual es necesario enseñar a los estudiantes las bondades que posee cada una de estas herramientas

Conclusiones

Se ha podido determinar que Google desde sus inicios, se ha centrado en ofrecer la mejor experiencia posible a sus clientes. A pesar de que muchas empresas afirman que su prioridad son sus clientes, son pocas las que resisten la tentación de hacer pequeños sacrificios para incrementar los ingresos de los accionistas. Por su parte, Google ha mantenido la política de permitir el acceso a sus aplicaciones por parte de los usuarios que visitan el sitio:

- La interfaz es clara y sencilla.
- Las páginas se cargan al instante.
- La posición en los resultados de búsqueda no está a la venta.
- La publicidad que aparece en el sitio debe ofrecer contenido relevante y no ser una distracción.

A base de colocar el interés de los usuarios en primer lugar, Google ha conseguido tener el público más leal de la web. Este crecimiento no se ha conseguido gracias a campañas publicitarias en televisión, sino a las recomendaciones de los usuarios satisfechos.

Google se dedica a facilitar búsquedas, cuenta con uno de los mayores grupos del mundo dedicado exclusivamente a solucionar los problemas que plantean las búsquedas; saben lo que hacen y cómo pueden mejorarlo. Con perseverancia ante los problemas difíciles, han podido solucionar temas complicados y proporcionar mejoras constantes a un servicio que ya está considerado el mejor de la web en búsqueda de información, lo que ofrece a millones de usuarios una experiencia rápida y sin errores. Su dedicación a la mejora de la búsqueda ha permitido aplicar a otros productos, como Gmail, Google Calendar, Google Maps, etc. Continúan diseñando nuevos productos mientras siguen mejorando la búsqueda; su meta es acercar el poder de la búsqueda a áreas nunca antes exploradas, de modo que permita a los usuarios acceder y utilizar aún más información de la que está disponible y en constante expansión de la que nunca antes hayan usado.

Google está en constante superación de sus expectativas. Ser los mejores no representa la culminación de su trayectoria sino el punto de partida. La innovación y la perseverancia permiten identificar lo que funciona y mejorarlo de un modo inesperado.

La realidad nacional exige una preparación moderna enmarcada en conocimientos de la informática que puedan satisfacer las necesidades actuales que exigen un buen manejo de la tecnología.

Bajo este enfoque es pertinente evidenciar como problema las deficiencias que se generan en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la informática, amparada en modelos pedagógicos acertados, con el uso de técnicas actuales y medios pedagógicos que se ajusten al contexto de un estudiante moderno.

Este problema se genera por un uso inadecuado de los modelos pedagógicos de enseñanza y aprendizaje, que involucra la utilización de técnicas y medios didácticos como son los tecnológicos, no es menos cierto que se puede apreciar el manejo de medios tradicionales y muchos de ellos caducos con textos que no logran captar la atención de los estudiantes haciendo de la tecnología un interés colectivo.

Se suma a esta realidad la desactualización por parte de los docentes hacia el manejo de las herramientas que nos ofrece Google, en muchos de los casos por un desinterés en la autoformación de los mismos docentes y en otros casos por la desatención de los organismos pertinentes, que han centrado su atención hacia la capacitación en cuanto al manejo de reformas curriculares y han dejado de lado el manejo de herramientas y medios vitales en la actualidad.

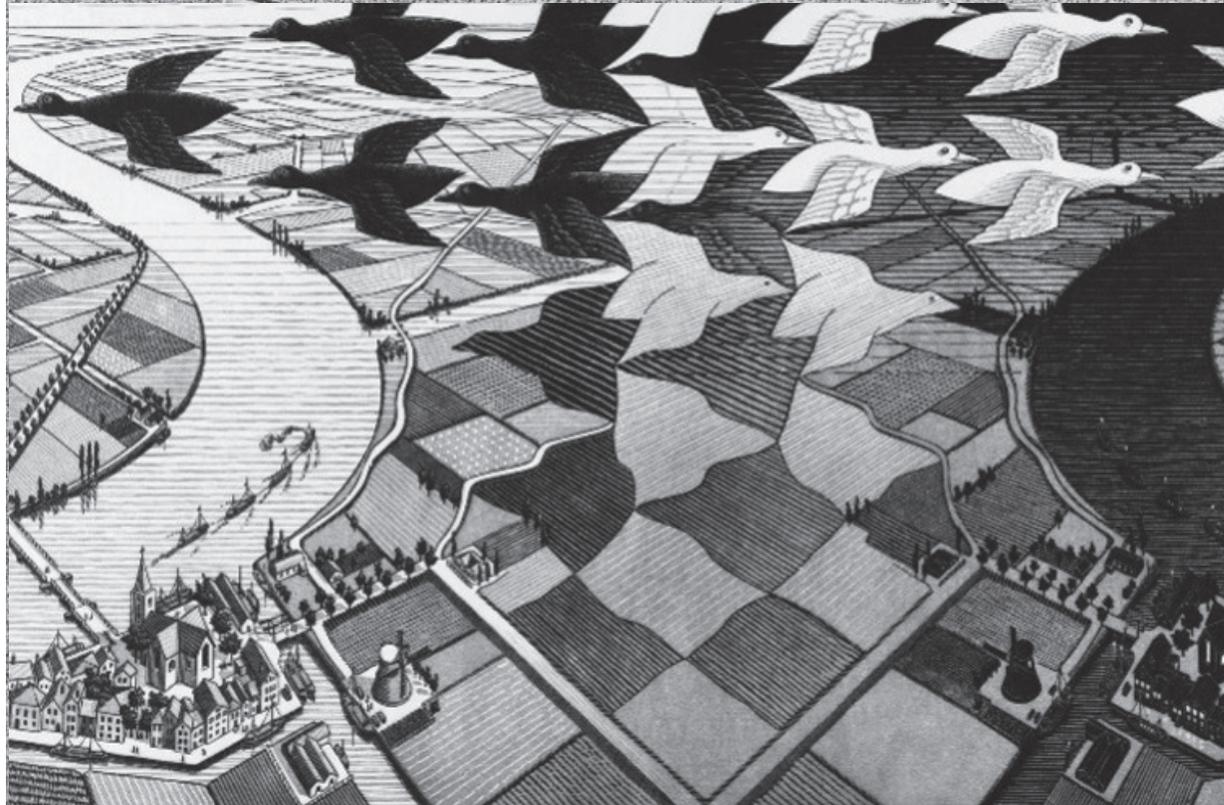
Hay que adicionar a esta realidad la falta de recursos económicos y tecnológicos y de manera especial de las herramientas de Google en las instituciones educativas, con mayor énfasis en instituciones de carácter público, no escapando a esta realidad las de carácter privado, estas instituciones han debido esperar asignaciones presupuestarias por parte de organismos gubernamentales que orientan sus recursos a cubrir necesidades de gasto corriente dejando de lado la innovación tecnológica y la investigación.

Como es de suponer este escenario, en ciertos momentos de una manera acelerada y en otros lentamente, ha desembocado en un aprendizaje irreal, ajeno a las reales necesidades de la sociedad moderna, generando en los estudiante conocimientos errados y porque no decirlo un desconocimiento de la informática y por ende una total relegación de los avances científicos, sociales, etc. [4]

Referencias

- Maestría en Sistemas Informáticos Educativos, [Http://google.dirson.com/post/3486_socialstream_red_redes_sociales/](http://google.dirson.com/post/3486_socialstream_red_redes_sociales/)
- Open Social, la red social de Google`, http://www.gembeta.com/comunidades/opensocial_la:red_social_de_google
- Canfux, V., Castellanos, A., Corral R. et al. (1996). *Tendencias pedagógicas contemporáneas*. Ibagué, Colombia: Universidad de la Habana, Departamento de Psicología y Pedagogía.
- Aula Clic. Curso de informática - Curso de internet, www.aulaclick.es
- Florez Ochoa, Rafael. (1994). *Hacia una pedagogía del conocimiento*. Santa Fe De Bogotá: McGraw Hill, pp. 154, 160, 161.
- Mora Mora, Reynaldo. *Tendencias curriculares: balance y perspectivas*. Disponible en: <http://www.unisimonbolivar.edu.co/revistas/aplicaciones/doc/172.pdf>
- Riesco González, Manuel. (2010). *Desarrollo social y personalidad. Una perspectiva interdisciplinar*.





Escribió con saliva el nombre de ella en la pared. *Un pianista entre la niebla*, de Raúl Serrano Sánchez: reescritura de “Mademoiselle Satán”
Alicia Ortega Caicedo

José Martí y Nueva York: la crítica ambigua de la modernidad urbana
Rolando Pérez

Miguel Ángel Zapata y la alquimia de Venecia
Randolph D. Pope

La poética de enseñar
Robert Uribe Jiménez

La ponerización de la sociedad
Leonardo Wild

Escribió con saliva el nombre de ella en la pared. *Un pianista entre la niebla*, de Raúl Serrano Sánchez: reescritura de “Mademoiselle Satán”¹

Alicia Ortega Caicedo

Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador
alicia@uasb.edu.ec

Recibido: 11 de septiembre 2017 / *Aprobado:* 13 de octubre de 2017

Resumen

Este ensayo reflexiona en torno a la novela de Raúl Serrano Sánchez, *Un pianista entre la niebla* (2016), en diálogo con el poema de Jorge Carrera Andrade “Mademoiselle Satán” (1925). Pensar al escritor como lector permite reconocer en la escritura marcas de una operación que habla de apropiaciones, pasiones lectoras, resonancias intertextuales, y de una imaginación fabuladora que actualiza el archivo literario. Me interesa leer la novela de Serrano como reescritura y homenaje al poeta Carrera Andrade en la emergencia del presente.

Palabras clave: Raúl Serrano Sánchez, *Un pianista entre la niebla*, Jorge Carrera Andrade, “Mademoiselle Satán”, intertextualidad, reescritura, “mujer fatal”, “cuerpo fragmentado”, “el escritor como lector”.

Abstract

This essay reflects on the novel by Raúl Serrano Sánchez, *A pianist in the fog*

¹ Este ensayo forma parte de un proyecto mayor en torno a la novela ecuatoriana del siglo XXI, que recibió apoyo del Comité de Investigación de la Universidad Andina Simón Bolívar.

(2016), as a dialogue with “Mademoiselle Satan” (1925), the poem by Jorge Carrera Andrade. Considering the writer as a reader makes it possible to recognize marks in the writing as an operation that deals with appropriations, reading passions, intertextual resonances, and with an outrageous imagination that allows to update the literary archive. I am interested in reading Serrano’s novel as rewriting and a tribute to the poet Carrera Andrade in the emergence of the present.

Keywords: Raúl Serrano Sánchez, A pianist in the fog, Jorge Carrera Andrade, “Mademoiselle Satan”, intertextuality, rewriting, femme fatale, fragmented body, the writer as a reader.

Me interesa leer a Raúl Serrano Sánchez (Arenillas, El Oro, 1962),² autor de *Un pianista entre la niebla* (2016),³ como lector de una tradición literaria ecuatoriana: Serrano lee el poema de Jorge Carrera Andrade (1903-1978), "Mademoiselle Satán" (1925), lo actualiza y re-escribe en una novela en donde el poeta y la señorita Satán, a quien está dedicado el poema "(a ti Lola)", entran como personaje y referente del acontecer narrativo. Pensar al escritor como lector permite reconocer en la escritura las marcas de una operación que habla de apropiaciones, pasiones lectoras, resonancias intertextuales, y de una imaginación fabuladora que parte por actualizar el archivo literario. "La literatura es un modo de leer", sugiere Ricardo Piglia: "Al cambiar el modo de leer, la disposición, el saber previo, cambian también los textos del pasado".⁴ La literatura, así entonces, remite más que a una esencia de géneros y textos fijados en una tradición inamovible, a modos de leer y de renovar el acervo literario que antecede a la escritura del presente.

A propósito del centenario del nacimiento de Jorge Carrera Andrade, Enrique Ojeda preparó la edición de un poemario que recoge los poemas desconocidos de Carrera Andrade: aquellos que, por diversas razones, no fueron incluidos en su *Obra poética completa*, editada por la Casa de la Cultura Ecuatoriana en 1976. Vale tener en cuenta que fue el propio Carrera Andrade quien preparó la edición de su *Obra poética completa* de 1976. Por tanto, como se pregunta Enrique Ojeda, conviene pensar por qué resultó incompleta. La respuesta que sugiere Ojeda es: "Por dos motivos: el primero porque juzgó que ciertos poemas, por razón del tema o de la calidad estética, no merecían ser incluidos y el segundo porque no pudo

2 Estudió comunicación social en la Universidad Central del Ecuador. Obtuvo su Maestría en Estudios de la Cultura, con mención Literatura Hispanoamericana, en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Integra el Consejo Editorial de la revista *Eskeletra* y es editor de *Kipus. Revista andina de letras y estudios culturales*. En cuento ha publicado: *Los días enanos* (1990), *Las mujeres están locas por mí* (1996, Premio "Ismael Pérez Pazmiño, Guayaquil, Diario *El Universo*"), y Premio "Joaquín Gallegos Lara", Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 1997), *Catálogo de ilusiones* (2006), reeditado en Buenos Aires en 2010, *Lo que ayer parecía nuestro* (2015). La novela *Un pianista entre la niebla* (2016), Premio Único Ángel F. Rojas, Casa de la Cultura Ecuatoriana-Núcleo del Guayas. Sus textos constan en las antologías: *En busca del cuento perdido* (1996), *Antología básica del cuento ecuatoriano* (1999), *Nuevos proyectos de escritura ecuatoriana* (*Hispanérica* No. 85, Gaitersburg, Estados Unidos, 2000), *Antología esencial –Ecuador siglo XX- El cuento* (2004), *Ecuador de Feria. Muestra de literatura ecuatoriana* (Bogotá, 2011), *Té cuento Quito* (2012) y *Amor y desamor en la mitad del mundo* (La Habana, 2013). En 2002 editó con la Casa de la Cultura Ecuatoriana *Pedro Jorge Vera: Los amigos y los años (Correspondencia, 1930-1980)* y en 2009 *Poesía reunida de Hugo Mayo*. A finales de 2009 publicó el ensayo *En la ciudad se ha perdido un novelista. La narrativa de vanguardia de Humberto Salvador*, en 2010 la antología *Manuela Sáenz: El tiempo me justificará*, en 2012 la selección: *Rondando a J.J. Tributo a Julio Janamillo Laurido y Solo ella se llama Marilyn Monroe (Relecturas de una diosa)*, en 2013 las antologías temáticas: *Cuerpo adentro. Historias desde el clóset* (Premio Nacional Manuela Sáenz, Quito, 2014) y *El ensayo ecuatoriano de entre siglos* (La Habana). Actualmente forma parte del Área de Letras y Estudios Culturales de la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

3 Raúl Serrano Serrano. *Un pianista entre la niebla*. Quito: Casa de la Cultura Ecuatoriana Benjamín Carrión, 2016. Premio único del XVIII Concurso Nacional de Literatura, Género Novela, "Ángel F. Rojas". Casa de la Cultura Ecuatoriana, Núcleo del Guayas 2015.

4 Ricardo Piglia, "El escritor como lector". En *Antología personal*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 2014, p. 91.

localizar a tiempo composiciones que hubiera querido integraran la obra”.⁵ Si, como el mismo Ojeda sostiene, el poeta expresó en diferentes ocasiones que su obra está íntimamente unida a su vida, no resulta difícil adelantar que el motivo para omitir el poema mencionado debe estar ligado a una incomodidad vital en relación al tema tratado. El poeta así expresa su relación vida-poesía: “Mis poemas son visuales como una colección de estampas o pinturas que integran una autobiografía apasionada y nostálgica. En cada uno de mis poemas hay múltiples elementos biográficos y se despliega la geografía real de nuestro planeta”.⁶ Entre los cuarenta y un poemas escritos a partir de 1922, y que fueron omitidos, algunos son de inspiración marxista, otros de temas varios y el célebre poema erótico “Mademoiselle Satán” que, según varias referencias biográficas, publicado sin permiso del autor en el número 12 de la revista *Figaro*, el 24 de mayo de 1925, causó escándalo en el Quito de ese entonces.

Carrera Andrade fue un escritor prolífico. Su obra poética abarca seis décadas y ha transitado por varias etapas: el sentido rural del país en el que le tocó nacer, la búsqueda en lo familiar e inmediato, boletines enviados al “hombre del Ecuador” desde Europa –metaforización de sus impresiones de viajero en el trazado de una geografía poética, el impacto de la lucha social, la experiencia de la multitud, el movimiento obrerista en las calles de las grandes ciudades–, inventario de los bienes terrenales y de los pequeños seres del suelo natal, el canto de la familia universal en la unidad planetaria, el sensible apego al mundo natural y de los objetos (“las cosas, o sea la vida”). Iván Carvajal bien sintetiza el aliento poético del poeta: “A Carrera Andrade y a sus contemporáneos les correspondió instaurar un lugar, un *país de origen* para la poesía: los Andes ecuatoriales. Más tarde, el mundo de Carrera Andrade habría de ensancharse hasta alcanzar dimensiones planetarias”.⁷ No resulta difícil imaginar que a Carrera Andrade, que se definió a sí mismo como “cronista del cosmos”, le haya resultado difícil situar el escandaloso poema erótico en la cronología de su trayectoria creadora: cómo entra, o queda excluido, “Mademoiselle Satán” en la poética de quien se considera a sí mismo “un observador, un contemplador alerta de los sucesos de la naturaleza que, en ocasiones, suelen pasar inadvertidos para el hombre apesurado”.⁸

La novela de Serrano nos pone en contacto con el mundo interior de un pianista, Landero, y con los cuadernos que a modo de un diario íntimo escribe desde su

5 Enrique Ojeda, “Introducción”, en Jorge Carrera Andrade. *Poemas desconocidos*. Quito: Paradiso editores, 2002, p. 10. Señala Ojeda que entre las composiciones no incluidas en su *Obra poética completa* suman un total de cuarenta y cinco textos, de los cuales un grupo numeroso corresponde al periodo 1917 – 1922, de los quince a los veinte años de edad del poeta.

6 Jorge Carrera Andrade, “Mi vida en poemas”. En Jorge Carrera Andrade. *Poemas desconocidos*. Quito: Paradiso editores, 2002, p. 196. El texto precede a la antología del mismo título, publicado en Caracas, Ediciones Casa del Escritor, 1962.

7 Iván Carvajal, “Jorge Carrera Andrade en el contexto de la poesía ecuatoriana contemporánea”. En *relincidencias. Centenario de Jorge Carrera Andrade (1902-1978)*. Anuario del Centro Cultural Benjamín Carrión, año 1, No. 1. Quito: Municipio de Quito, 2002, p. 98.

8 J. Carrera Andrade, “Mi vida en poemas”, p. 218.

reclusión en una institución psiquiátrica. Los cuadernos registran los recuerdos de su trabajo como pianista en un bar, en donde Purificación, primero mesera y luego bailarina, se convierte en el centro de su deseo así como de sus angustias y temores. El mundo vital de Landero está cargado de referencias onettianas: decadencia, soledad, deterioro de un universo en donde coinciden prostitutas, una memoria herida, extrañas fantasías, nocturnidad, incapacidad para establecer puntos de contacto con una realidad que se impone siempre sospechosa e inasible. Lo único que parece sostener a Landero es la música, el legado de su maestro Grass, la fascinación que ejerce sobre él la presencia de Purificación y un raro secreto que tiene que ver con una colección de torsos femeninos escondidos en un armario. Landero sugiere repetidamente la equivalencia entre Purificación y mademoiselle Satán, de quien tiene noticias, como de Carrera Andrade y de su poema, por mediación del maestro Grass. Si el poema recrea el arquetipo de "mujer fatal", la novela actualiza esa imagen, la reinventa en un escenario contemporáneo que inserta una mitología de la feminidad de vieja estirpe: la "mujer fatal-al-hombre", en palabras de Mireille Dottin-Orsini, joven y bella, cruel, falsa, depravada de inmoralidad contagiosa, imperiosa, cuyo nefasto poder es capaz de arruinar una vida de hombre, inversión maligna de la madre potencial (buena, altruista, sacrificada). Dottin-Orsini rastrea la representación artística de la "mujer fatal" –en el contexto europeo a partir de la segunda mitad del siglo XIX– y advierte que la expresión no tarda en ser válida para "la mujer" en general, desde la perspectiva de un discurso masculino y misógino que ha sabido moverse entre la celebración y el anatema, la fascinación y el terror.⁹

"Mademoiselle Satán", de Carrera Andrade, es retratada por una voz lírica masculina como portadora de todos los signos de una malignidad potente y destructora: "hembra del maligno" cargada de signos lúbricos, "Señorita Satán, tú que todo lo puedes,/ tus hombros, tu cadera que reclama el incienso,/ tus suaves pies, tus brazos, son otras tantas redes,/ tendidas hacia el pobre corazón indefenso". Mademoiselle es representada en el poema como portadora de una desnudez tentadora y nefasta, a quien el hablante lírico interroga desde una posición en la que se coloca como indefensa e inocente víctima: "¿Por qué se hundió en mis labios tu lengua venenosa/ y se hallaron tus ojos con un lúbrico signo?/ [...] Si se adueñó este ídolo de mi alma hasta la muerte/ yo no tengo la culpa ¡oh San Antonio casto!/ Yo que era niño aún y como el roble fuerte/ dejé quemar mi vida sobre su altar nefasto".¹⁰ En la tradición artística occidental la imagen de "mujer fatal" reduce la idea de mujer a pura naturaleza (naturaleza sexual y abominable), desde una mirada que comprime todas las mujeres en una sola: la más bella, la más sangrienta, amenaza absoluta para el indefenso hombre que cae en sus redes y tentaciones. La

9 Mireille Dottin-Orsini. *La mujer fatal (según ellos). Textos e imágenes de la misoginia de fin de siglo*. Buenos Aires: Ediciones de la Flor, 1996.

10 J. Carrera Andrade, "Mademoiselle Satán". En *Poemas desconocidos*, p. 125.

señorita Satán que atormenta al hablante lírico del poema se acerca al arquetipo de la mujer-vampiro, sobresexualizada, ávida y devoradora: “La señal de tus dientes llevo como un cilicio/en mi carne posesa del Enemigo Malo”.¹¹

Resulta revelador leer el pasaje que, a propósito del poema, Hugo Alemán introduce en la biografía que traza de su cercano y celebrado amigo Carrera Andrade. En la línea cronológica de la vida del poeta, Alemán destaca la publicación de su primer poemario, *El estanque inefable* (1922), la estadía en Guayaquil, el proceso de convicción revolucionaria y espíritu combativo, la incomodidad del poeta en la atmósfera de su cotidianidad circundante. Para comprender el desánimo vital que parece atravesar el poeta hacia 1924, Alemán introduce el retrato de una mujer, que aparece como causante de los tormentosos instantes que sobrevinieron al poeta casi como destino fatal e insospechado.

Una mujer! Nombrarla? No hace falta. Cierta aureola de satanismo envolvía la borrascosa historia de su existencia. [...] Cierito que un afán sensacionalista comprometía casi todos sus actos. Hasta hacía pensar en una peligrosa crisis de la razón. Pero, en realidad, no era sino un deliberado empeño de salirse del marco de lo común. Una invencible manía de epatar.

Si en un recinto amplio y público se danzaba la locura del Carnaval, las miradas generalmente se detenían sobre ella. En espera de alguna escandalosa actitud. Tenía, por fuerza, que defender su prestigio de mujer fatal. Una vez... El salón lleno de gente alegre. La música alocada, estimulando los malignos propósitos de aquella hembra. Se encaramó en una mesa, su cuerpo se enarcó voluptuosamente. Hizo crujir los cristales bajo el taconeo de sus ágiles pies. [...] Lanzó al espacio cuanto lograba asir su mano. Abrió dolorosas heridas en algunas cabezas, rió estruendosamente. Luego, se irguió orgullosa. Solo un pelotón armado fue capaz de someterla. [...]

Ante el enigma de la mirada glauca y frente a los ímpetus ladinos de aquella mujer, Carrera Andrade observó una actitud de perplejidad en un principio. [...] Pudo más la curiosidad en él. Quemó los bordes de su clámide de juventud en la abrasadora hoguera del pecado. Como mórbidos tentáculos le aprisionaron esos brazos robustos. Y la locura del placer envolvió, densa y trágica, la inexperiencia del poeta. [...]

De allí debió nacer, indudablemente, la maravilla de un poema –cincelado en el granito del asombro– magistralmente realizado, pero inconcebible, absurdo para la publicidad, en ese tiempo ni en otro cualquiera. [...] Era personal y secreto. Pero manos desleales lo hurtaron, lo copiaron o lo acogieron –como hubiere sido– y, con imperdonable malignidad lo lanzaron a los cuatro vientos...

[...] Y al poeta, amistosamente traicionado, se le negó hasta el derecho al hogar. [...], se vio obligado a publicar una especie de retractación. Una débil disculpa. Trajo como consecuencia el regreso al seno familiar. La vuelta del hijo pródigo...¹²

Me he detenido en esta larga cita porque revela no solamente la mirada del amigo, sino la del ciudadano de la época. Aquella innombrada mujer en el relato

11 *Ibíd.*

12 Hugo Alemán, “Jorge Carrera Andrade”. En *Presencia del pasado*. Quito: Banco Central del Ecuador, 1994, p. 391-393.

de Alemán, "no hace falta", porta todos los rasgos de la malignidad y la fatalidad: voluptuosa, sensual, imponente, frente a quien hace falta un "pelotón armado" para contenerla. Solo el inexperto poeta caerá prisionero de esos "mórbidos tentáculos" que lo abrazan, pero que no impiden la creación de un poema "magistralmente realizado". La novela de Raúl Serrano se abre con la referencia a mademoiselle Satán y cita un verso del poema aludido, "rara orquídea del vicio", desde donde introduce la presencia de Purificación: imagen femenina que Landero busca recuperar en el presente. De ella se conoce poco, pero desde la memoria que la anhela o inventa, es sobre todo "un torso" en el que resplandece su ombligo: "ombligo-radar" lo denomina, "el demonio de su cuerpo". Poco importa si Purificación realmente existió en la vida del protagonista, pues lo que resulta perturbador es la obsesiva fantasía que ha configurado Landero en torno a ella: cuerpo inaprehensible para quien socialmente es percibido como un pobre hombre, anónimo y "fugitivo de su propia sombra". A una masculinidad disminuida la mujer deviene puro torso y ombligo, fantasma y fantasía que reinventa el arquetipo de mademoiselle Satán –"mujer nacida y hecha para el vicio, verdadera fruta prohibida que en su tiempo (Grass recién acababa de llegar a Quito) a los hombres decentes los convirtió en hombres indecentes" (Serrano 23)– y revive el recuerdo de una tía que habita la memoria infantil también como forma anticipada de la locura y la seducción.

Observa Juan Antonio Ramírez, en *Corpus Solus*, que la sinécdoque es el tropo que mejor significa la imagen de un cuerpo fragmentado: una de sus partes designa un todo. Ramírez señala que el cristianismo y su tradición martirológica, la arqueología y las representaciones humanas más prestigiosas de la antigüedad grecorromana, el progreso de la ciencia médica y del ámbito policial, han recurrido a prácticas de mutilación y desmembración corporal. La representación del cuerpo fragmentado ha sido una búsqueda característica del arte del siglo pasado. También el cuerpo del deseo, apunta, es un cuerpo fragmentado según la ortodoxia freudiana: "Al amante le perturban las axilas, los labios, el cuello, los ojos, las manos, o cualquier otro detalle de la persona amada. La primera concepción de nuestro ser es también parcial, y solo en el estadio infantil del espejo, si hemos de creer a Lacan, podemos alcanzar, como reflejo, una visión totalizadora del cuerpo".¹³ Si volvemos al arquetipo de "mujer fatal" no es difícil reconocer que dicha imagen se organiza alrededor de una lógica que privilegia la sinécdoque: sobrevaloración de rasgos corporales que anulan y borran otras instancias vitales de consolidación del ser. El imaginario de "mujer fatal" reconoce una esencia de la feminidad reducida a ser no más que un cuerpo, a ser puro sexo: un cuerpo fragmentado de mujer que resalta órganos y partes de un cuerpo hipersexualizado. Cabe pensar que un tronco femenino sin cabeza resulte el más caro objeto de fascinación y promesa de posesión absoluta. Landero, eterno

13 Juan Antonio Ramírez. "El cuerpo fragmentado". En *Corpus Solus. Para un mapa del cuerpo en el arte contemporáneo*. Madrid: Siruela, 1998, p. 208.

habitante del “infierno tan temido” y deslumbrado lector de Vargas Vila, justifica así la oculta posesión de torsos femeninos: “sus dueñas no podrán quejarse de nada porque uno les ha permitido prolongar su existencia que no sería la misma de no haber hecho lo que se hizo” (26-27).

La narración deja abierta a la imaginación lectora vislumbrar la naturaleza de los torsos obsesivamente referidos: colección macabra de víctimas asesinadas, recurrente y delirante fantasía misógina, desenfrenado y siempre inaccesible deseo, prolongación de recuerdos, botín secreto, constituyen posibles líneas de acción en la definición de una trama que propositivamente juega con la ambigüedad, con el enrarecimiento anecdótico como si se tratase de una imagen visual que emerge borrosa entre la niebla. La condición criminal, monstruosa o alterada de Landero, por culpa de “la bruja esa que lo trastornó con su cara y su ombligo” (Serrano, 32), también se abre a múltiples posibilidades de interpretación. En la definición del protagonista tienen especial relevancia las enseñanzas de su maestro Grass acerca del torso exclusivamente de mujeres: “—Debes tener en cuenta —decía aclarándose la voz—, que un torso es como el maná del cielo, la balsa salvadora a cualquier naufrago. Porque todos, me entiendes, todos alguna vez terminamos como tales. Lo dice esa santa sin cielo que es mademoiselle Satán” (Serrano, 34). Al filo del naufragio se potencia una escritura, la de los diarios de Landero, que revela un atávico miedo a las mujeres percibidas como enigma, fatalidad, pavorosa extrañeza: como torsos sin cabezas devienen balsa salvífica, promesa de dócil abrazo y de dominio masculino.

De Purificación se dice que “era una bestia, quizás la mujer del diablo, porque a pesar de tener la cara que tenía, era capaz de provocar a cualquiera con sus movimientos” (Serrano, 29). Frente al amenazante recuerdo de Purificación el narrador se repliega en una escritura delirante y envolvente, reiterativa en las obsesivas referencias a la secreta colección de torsos, al persistente e inmortal embrujo de mademoiselle Satán, al poeta Carrera Andrade, en un escenario que comprime el distanciamiento temporal con respecto a los referentes históricos de la novela como si el naufragio del poeta ante la imponente desnudez de la señorita Satán exigiera el recuento de la historia, la invención de nuevos conjuros verbales para evitar la acechanza de esa “rara orquídea del vicio”. La novela de Serrano se inserta en lo que Cristina Rivera Garza denomina “prácticas de la desapropiación”: *Un pianista entre la niebla* bien puede ser leída como un gesto de apropiación e intervención en relación a un texto de autor canónico. Entabla un diálogo, por encima de los compartimientos que clasifican rígidamente movimientos y escuelas, con su propia tradición. Desapropiación, propone Rivera Garza, significa “desposeerse del dominio sobre lo propio”: “no hay acto de escritura que no sea reescritura. Si hemos leído alguna vez, al escribir estamos, sin duda alguna, reescribiendo”.¹⁴ En este sentido, vale tener

¹⁴ Cristina Rivera Garza, “De las estéticas citacionistas a las prácticas de la desapropiación: escrituras atravesadas en el español de hoy”. En *Los muertos indóciles. Necroescrituras y desapropiación*. México: Tusquets, 2013, p. 93.

presente que en 1997 Raúl Serrano realiza un primer ejercicio de apropiación y escritura en torno al mismo poema: "Antes de que empieces a desnudarte", parte del libro *Las mujeres están locas por mí*. El cuento se abre con el epígrafe, tomado de Jorge carrera Andrade, "... pienso que debes ser la hembra del maligno",¹⁵ y la voz narrativa que conduce el relato es alguien que afirma "No, yo no soy Lola".¹⁶ Se trata de una voz de naturaleza ambigua: testigo de la historia entre el poeta y su "Satán mujer", una voz que recrea una suerte de fantasma feminizado en el que resuenan las mil variantes de mujer fatal —una Lola otra, eterna, arquetípica, inmortal, siempre renacida y reinventada—, pero también es una voz que interroga ese mismo arquetipo femenino puesto que habla desde un cuerpo travestido —"Nunca le importó si estos pechos eran prestados, si tenían o no 'un rubí'"—.¹⁷ La voz que conduce la narración se refiere al poeta Carrera Andrade como "el Pelado": una voz que lo incorpora en la trama narrativa desde un manejo irreverente y desacralizado, lo saca de su alto sitial poético, así como de su reconocido periplo biográfico, para situarlo allí en donde se revela incapaz de bregar con el infierno tan temido: "Ante ella, él no era otra cosa [así haya escrito lo contrario] que un espantapájaros".¹⁸ La desgarrada estatura de Lola (arquetipo y personaje), que brilla frente a la disminuida figura del poeta, definitivamente problematiza la dimensión imaginaria acerca de la mujer, cuando de su vida sexual y del andamiaje moral se trata. La novela aparece casi dos décadas más tarde del cuento mencionado, como si una misma memoria obsesiva no dejara de rondar al poema y recordarlo para reescribirlo. Parafraseando a Piglia, cabe imaginar que las musas son la tradición literaria: "No hay otra inspiración cuando se escribe, ni otra identidad, ni otra voz que nos dicte la palabra justa. Podemos definir a la tradición como la prehistoria contemporánea, como el residuo de un pasado cristalizado que se filtra en el presente".¹⁹

En la novela de Serrano, *Un pianista entre la niebla*, se impone la interrogación creativa frente al destino de un poema que resiste al olvido: lo reinventa e imagina la posible respuesta de mademoiselle, en boca de Purificación: mujer fatal, musa, cuerpo fragmentado, recurrente motivo literario que acerca tradiciones y desordena la historia, en el esfuerzo por encontrar la palabra que aprisione el cuerpo de "la bruja y 'hembra del maligno'", que resucite a mademoiselle Satán y resuelva el eterno enigma que persigue a todo naufrago. En boca de Landero leemos: "Dirás que mademoiselle Satán tenía tratos con el ángel del averno, que por eso lo hechizó al mismísimo maestro Grass, al poeta Carrera que cuando llegó a ser tan famoso hizo

15 Raúl Serrano Sánchez, "Antes de que empieces a desnudarte". En Alicia Ortega, editora, *Antología esencial Ecuador. Siglo XX. El cuento*. Quito: Eskeletra, 2004, p. 644.

16 Ibid.

17 Ibid., p. 649.

18 Ibid., p. 647.

19 R. Piglia, "La extradición". En *Antología personal*, p. 148.

todo para sacársela de la memoria; dicen que cuando la muerte lo visitó, el vate estuvo tan solo que antes de caer al catre escribió con saliva (¿profecía de mademoiselle Satán?) el nombre de ella en la pared, o en un pedazo de espejo empañado”. Uno haría lo mismo. (Serrano, 59). Imagino al novelista Serrano empapando su mano en ese imaginario resto de saliva para también escribir, cuantas veces sea necesario, el nombre de mademoiselle Satán a manera de homenaje, conjuro, extrañamiento, subyugación. “Quien reescribe, sostiene Rivera Garza, actualiza. El motor del reescritor no es la nostalgia por el pasado, sino la emergencia del presente”.²⁰

Referencias

- Alemán, Hugo. (1994). “Jorge Carrera Andrade”. En *Presencia del pasado*. Quito: Banco Central del Ecuador, pp. 373-415.
- Carrera Andrade, Jorge. (2002). “Mi vida en poemas”. En Jorge Carrera Andrade, *Poemas desconocidos*. Quito: Paradiso editores, p. 196-233.
- (2002). “Mademoiselle Satán”. En *Poemas desconocidos*. Quito: Paradiso editores, p. 125-126.
- Carvajal, Iván. (2002). “Jorge Carrera Andrade en el contexto de la poesía ecuatoriana contemporánea”. En *re/incidencias. Centenario de Jorge Carrera Andrade (1902-1978)*. Anuario del Centro Cultural Benjamín Carrión, año 1, No. 1. Quito: Municipio de Quito, p. 91-107.
- Dottin-Orsini, Mireille. (1996). *La mujer fatal (según ellos). Textos e imágenes de la misoginia de fin de siglo*. Buenos Aires: Ediciones de la Flor.
- Ojeda, Enrique. (2002). “Introducción”. En Jorge Carrera Andrade. *Poemas desconocidos*. Quito: Paradiso editores, p. 9-30.
- Piglia, Ricardo. (2014). “El escritor como lector”. En *Antología personal*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, p. 83-98.
- (2014). “La extradición”. En *Antología personal*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, p. 147-155.
- Ramírez, Juan Antonio. (1998). “El cuerpo fragmentado”. En *Corpus solus. Para un mapa del cuerpo en el arte contemporáneo*. Madrid: Siruela, p. 207-233.
- Rivera Garza, Cristina. (2013). “De las estéticas citacionistas a las prácticas de la desapropiación: escrituras atravesadas en el español de hoy”. En *Los muertos indóciles. Necroescrituras y desapropiación*. México: Tusquets, p. 79-95.
- Serrano Sánchez, Raúl. (2004). “Antes de que empieces a desnudarte”. En Alicia Ortega, editora, *Antología esencial Ecuador. Siglo XX. El cuento*. Quito: Eskeletra, p. 644-653.
- (2016). *Un pianista entre la niebla*. Quito: Casa de la Cultura Ecuatoriana Benjamín Carrión.

20 C. Rivera Garza, “De las estéticas...”, p. 95.

José Martí y Nueva York: la crítica ambigua de la modernidad urbana

Rolando Pérez

Hunter College - CUNY
rperez@hunter.cuny.edu

Recibido: 10 de septiembre de 2017 / *Aprobado:* 12 de octubre de 2017

Resumen

La ciudad ha sido uno de los temas centrales de los modernistas, ya sea como idealización de la ciudad moderna o como crítica del frío utilitarismo de los tiempos modernos. La ciudad juega un papel fundamental en el modernismo. Para el caso de José Martí, la ciudad de Nueva York representaba todas las contradicciones de la modernidad: capitalismo, imperialismo, libertad, energía, optimismo, racismo, explotación, potencialidad, sufrimiento y el futuro (bueno y malo) del ser humano, etc. Este artículo se enfoca en la crítica dialéctica de José Martí de la ciudad de New York donde vivió, llevó una vida política y escribió por quince años antes de regresar a Cuba.

Palabras clave: José Martí, Nueva York, ciudad, modernismo, crítica.

Abstract

The city has been one of the central themes of the modernists, either as an idealization of the modern city or as a critic of the cold utilitarianism of modern times. The city plays a fundamental role in modernism. In the case of José Martí,

the city of New York represented all the contradictions of modernity: capitalism, imperialism, freedom, energy, optimism, racism, exploitation, potential, suffering and the future (good and bad) of the human being, etc. . This article focuses on José Martí's dialectical criticism of the city of New York where he lived, led a political life and wrote for fifteen years before returning to Cuba.

Keywords: José Martí, New York, city, modernism, criticism.

Uno de los filósofos que con más profundidad ha escrito sobre la vida política y cultural de las ciudades, y en particular sobre París –la ciudad idealizada de los escritores hispanoamericanos modernistas– fue Walter Benjamín. Con poca excepción, los modernistas vivieron en las grandes urbes de sus países o de los países europeos donde se exiliaron: un fenómeno que se refleja en las críticas modernistas del utilitarismo de la modernidad (como Darío, Rodó et al.). Algunos como Darío llegaron a abrir los ojos cuando ya todo era muy tarde, mientras otros como José Martí, y aun Sarmiento, entendieron, a raíz de su filosofía política, lo que significaba vivir en los Estados Unidos; y en el caso de Martí, en Nueva York; para quien Nueva York –donde se estableció en 1880 y desde donde dirigió el Partido Revolucionario Cubano– representaba todas las contradicciones de la modernidad; es decir, capitalismo, imperialismo, libertad, energía, optimismo, racismo, explotación, potencialidad, sufrimiento y el futuro (bueno y malo) del ser humano, etc. En otras palabras, el Nueva York de *Poeta en Nueva York* de Lorca (1930), escrito sólo unos treinta años más tarde. Por lo tanto, este artículo se enfoca en la crítica dialéctica de José Martí de la ciudad donde vivió, llevó una vida política y escribió por quince años antes de regresar a Cuba.

La teoría estética de la economía política

Leer los ensayos de José Martí en el siglo XXI provoca algo de sorpresa para el lector desvinculado de la historia. De repente las ideas martianas sobre la política, la economía, y los cambios culturales de finales del siglo XIX parecen referirse más a la actualidad que al mismo XIX. Pero esto ocurre porque metemos en el mismo saco del llamado “modernismo” a escritores tan heterogéneos como Rodó, Darío, Casal, y Martí, cuando en realidad, para la mayoría de los escritores “modernistas” el blanco de su crítica era la modernidad. Darío soñaba con una época imaginaria, cuando los “reyes” no eran los burgueses sino los nobles, y deseaba haber nacido en otra época y escrito en francés. Rodó añoraba el mundo de los artistas griegos y romanos cuando el *otium* de la clase pudiente, de los amos de esclavos, predominaba. Para estos escritores en particular, la “modernidad” representaba la decadencia. Los valores estéticos de la alta cultura habían sido reemplazados por el utilitarismo, el capitalismo y la revolución industrial, y para ellos París, no sólo era la capital del siglo XIX, sino también la capital cultural del mundo, al mismo momento que Baudelaire la criticaba en *Les fleurs du mal*, desde una perspectiva igualmente de conservadora.¹

1 “La prensa organiza el mercado de los valores espirituales, donde un principio cotizan en alza”, escribe Walter Benjamin. “Los no conformistas se rebelan contra la entrega del arte al mercado, se agolpan alrededor del estandarte de ‘l’art pour l’art’. De este lema surge la concepción de la obra de arte total, que intenta inmunizar al arte frente al desarrollo de la técnica. La solemnidad con que se celebra a sí misma es la contraparte de la distracción que glorifica la mercancía. Ambas se abstraen de la existencia social del hombre” (2012, p. 59). La obra de arte (*cum* objeto transcendental) se convierte en Darío, Rodó, Casal y Silva en un fetiche de mercancía igual que cualquier otro.

Por otro lado, para Martí a diferencia de la mayoría de los modernistas, la capital de finales del siglo XIX, no era París sino Nueva York. Y al igual que Marx, que se instaló en Londres, donde escribió muchas de sus obras, Martí se exilió en Nueva York donde vivió y escribió por quince años antes de regresar a Cuba y morir en batalla. Tanto Marx como Martí entendieron que los cambios culturales (por ejemplo, la importancia de la prensa y el voto popular) derivaban de los cambios económicos y políticos, y que las ciudades más importantes de la modernidad (léase capitalismo naciente) eran Londres y Nueva York —un hecho que también se subraya en la gran novela *De sobremesa* de José Asunción Silva. Por lo tanto, cuando Martí hace referencia a la velocidad del mundo moderno, de manera que a veces nos hace pensar en el filósofo posmoderno, Paul Virilio, ésta es la velocidad de las ciudades y la velocidad, por supuesto, que surge de una economía de consumo.² En el famoso “Prólogo al ‘Poema del Niágara’ de Juan A. Pérez Bonalde” libro que fue publicado en 1882 en Nueva York, Martí describe los cambios culturales así:

Todo expansión, comunicación, florecencia, contagio, esparcimiento. El periódico desflora las ideas grandiosas. Las ideas no hacen familia en la mente, como antes, ni casa, ni larga vida. Nacen a caballo, montadas en relámpago, con alas. No crecen en una mente sola, sino por el *comercio* de todas. No tardan en beneficiar, después de salida trabajosa, a número escaso de lectores, sino que, apenas nacidas, *benefician*. (2004, p. 64-65; mi énfasis)

Y como si nos estuviera hablando de las noticias mediáticas de las redes sociales de hoy en día, Martí escribe:

Con un problema nos levantamos; nos acostamos ya con otro problema. Las imágenes se devoran en la mente. No alcanza el tiempo para dar forma a lo que se piensa. (Ibíd., p. 65)

Si estas citas parecen ser tan cercanas a nuestra realidad, casi como si fuesen apuntes de Jean Baudrillard, (1991) es sólo porque el capitalismo ha borrado la historia, ya que el evento histórico (como pasado) es un obstáculo para el devenir constante de los flujos del capital. Una idea, una imagen inmediatamente reemplaza la anterior. Martí entendió la nueva economía a profundidad, ya que él mismo, literalmente vivió de ello; es decir de los periódicos internacionales que le pagaban por sus escritos. Que este flujo constante pudiese ser socialmente beneficioso, como se sugiere en la cita anterior, era para Martí, el aspecto positivo de la desterritorialización de la economía. Y es aquí donde se encuentra su compleja crítica filosófica de la modernidad. En ningún

2 Lo que ha de estudiarse, arguye Virilio, ya no es la *democracia*, sino la *dromocracia*, o los sistemas políticos en cuanto a la velocidad. Construido del prefijo/ sufijo griego *dromo*, o carrera, este concepto viriliano capta en gran medida las observaciones de Martí. “[T]here was no ‘industrial revolution’, but only ‘dromocratic revolution; there is no democracy, only dromocracy,” escribe Virilio en *Speed and Politics: An Essay on Dromology* (1986, p. 46). La revolución industrial, fue en su esencia, una revolución de aceleración y velocidad que ha llegado a afectar la vida de las gentes en su totalidad.

momento se propone un regreso a épocas idealizadas, como en Rodó. La modernidad es explotación, capitalismo, utilitarismo, el rebajamiento de las grandes obras, etc., pero también es la democracia, el sufragio a las mujeres, la emancipación del obrero, y la posibilidad de mejorar el mundo. Para Martí el problema no era el de “los reyes burgueses”, sino el de la ideología monárquica que aún persistía en las nuevas ciudades. En ese sentido, Nueva York, ciudad de ricos y pobres, de explotados y explotadores, era, según Martí, el locus ambiguo y dialéctico del porvenir.

Nueva York bajo la nieve y los trenes elevados

La tormenta de nieve que tomó lugar el 13 de marzo de 1888 en la costa este de los Estados Unidos, paralizó por completo a la gran ciudad de Nueva York. Mientras no se sabe exactamente cuántas personas murieron en la tormenta, el cálculo estimado es de unas 400 personas, la mitad de ellas, ciudadanos de Nueva York. La ventisca enterró a la ciudad bajo cinco pies de nieve. Y un mes y medio después, el 27 de abril, Martí publicó una crónica de lo acontecido en *La Nación*. Como todo lo demás que caracteriza su visión del mundo, la crónica de Martí describe la tormenta en cuanto a sus efectos materiales y espirituales en la vida cotidiana del *polis* norteamericano. Es decir, Martí nos ofrece una interpretación humanista y a la vez política del acontecimiento. Martí escribe:

Ya no se veían las aceras. Ya no se veían las esquinas. La calle Veintitrés es de las más concurridas: y un tendero compasivo tuvo que poner en su esquina un poste que decía: ‘Esta es la calle Veintitrés’. A la rodilla llegaba la nieve, y del lado del viento, a la cintura... El uno, un comerciante, en la flor de su vida, había de aparecer hoy, hundido en el turbión, sin más señal de su cuerpo que la mano alzada por sobre la tierra. (Ibíd., p. 419)

Aun así, reporta Martí, los obreros hacían lo que tuviesen que hacer para llegar al trabajo. “[P]or Broadway y las Avenidas, levantándose y cayendo bajaban al trabajo, ancianos, mozos, niños, mujeres! dice Martí. Siguen adelante, a pesar del peligro, porque temen perder su trabajo. “Sin leche, sin carbón, sin cartas, sin periódicos, sin tranvías, sin teléfonos, sin telégrafos, se despertó hoy por la mañana la ciudad,” escribe Martí refiriéndose a lo que para la clase alta neoyorquina fue lo peor de la tormenta; como lo sería para muchas personas de clase media hoy en día, quedarse desconectadas del internet a causa de algún apagón. ¡Que ansia por leer, los de la parte alta, los diarios que *a fuerza de bravura por los pobrecillos vendedores* llegaban de las imprentas, que están en la parte baja!³ ¡Y hubo anoche, hasta cuatro teatros abiertos!” (Ibíd., p. 421), mi énfasis). Por supuesto, se tenía que entretener a los ricos (del “Upper East Side”)

3 Desde su propia experiencia de periodista, Martí ya había captado la obsesión del ser moderno por el consumo mediático de todos los acontecimientos (frívolos o trágicos). Cien años luego, Jean Baudrillard, trataría el mismo tema en el contexto de la guerra del Golfo. “Tenemos una necesidad apremiante de simulacro, incluso de la guerra, mucho más apremiante que de leche y de mermelada o de libertad, y poseemos la intuición inmediata de los medios para conseguirlo” decía Baudrillard en (1991, p. 87)..

en medio de la miseria. “¡Y todos los negocios suspendidos, y la falsa maravilla del ferrocarril aéreo puja en vano por llevar a su labor la muchedumbre que se agolpa en las estaciones” (OC 11, p. 421). Los trenes elevados, como el metro de hoy, era el transporte de la clase obrera, y los dueños de los trenes elevados (el L), desde Charles Harvey hasta los años 40 estuvo en manos de las empresas privadas.

Los trenes elevados eran sucios y peligrosos, pero como señala Martí, se habían pensado para facilitar el transporte a las fábricas que quedaban en las afueras de Manhattan. Mientras tanto los accidentes del ferrocarril elevado eran constantes.⁴ “¡Otro muerto en el ferrocarril elevado!” declara Martí en su crónica del 6 de mayo de 1888 en *La Nación*. “Una pobre italiana⁵ cortada en dos por la máquina ciega. La sangre de la infeliz chorreando de los rieles, los empleados del ferrocarril recogiendo de prisa en la calle la carne majada” (Ibíd., p. 443). Y sigue:

Ayer rebotó un tren contra el que venía detrás, aplastó al maquinista, y descentró el carro último y la máquina. Accidentes confesos, sin contar los ocultos, pasan de diez por mes, muchos mortales. El cuerpo entero vibra, ansioso y desasosegado, cuando se viaja por esa frágil armazón, sacudida incesantemente por un estremecimiento que afloja los resortes del cuerpo, como los del ferrocarril. (Ibíd.)

Mas no fue ni por el “peligro personal” del ferrocarril aéreo, ni por el gran costo de transportar la “población neoyorquina de sus labores a sus hogares”, ni “por el caso increíble” que “una compañía privada y solvente ... [disfrutara] del uso de las vías principales de la ciudad, sin compensar, con capital constante, o en forma de dividendo, o con un interés fijo sobre la merma de los valores, los daños causados a los dueños de casa en las vías por demérito súbito e irremediable de sus propiedades”, (Ibíd., p. 447), lo que llevó a la condena social de los trenes elevados. Según Martí, la condena vino de la clase pudiente para la cual los trenes elevados hacían que se perdiera la “nobleza y hermosura” de Nueva York, al mismo tiempo que se propuso sustituir el ferrocarril aéreo con el subterráneo; de ahí que se invirtiera lo que se había invertido en el “abuso escandaloso de la propiedad pública y la vía pública” (Ibíd., p. 449) en la nueva forma de transporte.

4 “Every technology produces, provokes, programs a specific accident. For example: when they invented the railroad, what did they invent? An object that allowed you to go fast, which allowed you to progress—a vision *a la* Jules Verne, positivism, evolutionism. But at the same time they invented the railway catastrophe,” dice Paul Virilio en diálogo con Sylvere Lotringer (1983, p. 32). Para Virilio la velocidad es inseparable de la violencia (1986, p. 31).

5 La mención de la nacionalidad de la mujer no es casual. Martí escribió varias crónicas sobre la inmigración de los italianos, irlandeses y alemanes a Nueva York. A diferencia de un visitante ilustre y privilegiado como el escritor irlandés Oscar Wilde, que “volverá a Europa”, dice Martí, los inmigrantes, en cambio, jamás volverán. “Manadas, grupos de pasajeros, parecen cuando llegan. Son el ejército de la paz. Tienen derecho a la vida. Su pie es ancho, y necesitan tierra grande” (OC9, p. 223). En la labor de los inmigrantes yace “el secreto de la prosperidad de los Estados Unidos”. (223). Sin embargo, sus contribuciones y sus necesidades no siempre son reconocidas. “Nueva York, que quiere abrir su Universidad a las mujeres, no gusta de tener abierta su bolsa a todos los menesteres de los inmigrantes europeos que llegan a veces con hambre, y sin dineros, ni ropa, ni salud...” (Ibíd., p. 289); los mismos inmigrantes quienes “de su tenacidad e industria se aprovechan los yanquis, que los mofan...” (Ibíd., p. 225).

Nueva York, el incendio y las mujeres

En su crónica del 4 de febrero de 1882 en *La Opinión Nacional* el escritor cubano empieza con una descripción de los jóvenes de clase media que iban a patinar al Parque Central, y de los bailes de la Academia de Música frecuentados por “las damas elegantes” (OC 9, p. 245). Martí escribe:

Ahora es en Nueva York tiempo de bailes, y la Academia de Música, que es el Teatro de la Opera, y de la rivalidad y el fausto de los ricos neoyorquinos, reúne en estas noches de vientos y nevadas a los aventureros de la ciudad, y a los que se imaginan que lo son, por no morir de espanto, de mirar en sí, y a los que quieren ser tenidos por felices. (Ibíd.)

Y de repente Martí salta de los bailes “elegantes” a la muerte. “La vida y la muerte se despiertan a la par cada mañana; al alba, la una afila su hoz y la otra coge su ramillete de jazmines, mordidos algunas veces de gusanos” (Ibíd., p. 246). Inesperadamente, Martí nos recuerda, a través de esa dialéctica constante en su obra, que las danzas también pueden ser danzas de muerte. “Un baile,” escribe Martí, “es incendio del alma.” Y sigue:

Un edificio que hace costado a la alta casa de correos, rugía ese día incendiado. Ha sido un espectáculo terrible, cuya presencia no alcanzó a turbar el regocijo de los enamorados de la danza. En esta noche fría, cruzaban almas, ya libres de sus cuerpos... Fue el incendio en la mañana, en casa de numerosos pisos, llena toda de oficinas de periódicos... Las llamas ascendieron con tal furia que parecía que hubiesen estado largo tiempo presas. Cien lenguas rojas se entraron a la par por escaleras y pasillos. Los pisos altos, llenos de trabajadores, de pobres mozas, que hacen oficio de cajistas, de niños recaderos, se llenaron de horror y de clamores. (Ibíd.)

Día y noche se contraponen en esta danza de vida y muerte: los cuerpos desalmados de los ricos y las almas liberadas de los cuerpos de los niños y las mujeres pobres. En forma de contrapunteo, Martí describe: “los alegres danzadores deslizaban sobre la alfombra suntuosa el ancho pie, calzado de zapato femenino y medias negras” y luego:

No alcanzan a los pisos altos las escaleras de los bomberos. Véase una pobre negra, que como perseguida de monstruos feroces, salta dando hondos gritos de un cuarto encendido, se acurruca en el umbral de una ventana, se ase por no caer a la calle, de su mano ardiente, y se yergue de súbito, se recoge las ropas entre ambas piernas, exhala un alarido, y se arroja a la calle, en cuyas piedras chocó su cuerpo, despedazado con estruendo. (Ibíd.)

En el último momento de su vida, la mujer guarda de su dignidad. Y este acto de valentía le ofrece la oportunidad a Martí de dirigir su atención a los derechos de la mujer, y a la injusticia de las condiciones laborales de las mujeres. “Es verdad,” dice Martí, “que llena de dolor ver venir de lejanos suburbios, en estas mañanas turbias que parecen madrugadas, a esas obreras valerosas que, al volver en la noche anterior

de la ruda faena, reclinaron la inquieta cabeza, sin tiempo de soñar, en su almohada dura y fría” (Ibíd., 274-248). Es más, apunta Martí, las mujeres “hacen la labor de un hombre, y ganan un jornal mezquino, mucho más bajo que el de un hombre” (248). Para apaciguar las inquietudes de un público conservador hispanoamericano, Martí compara la mujer “varonil” estadounidense con la mujer femenina latinoamericana,⁶ pero aun así termina la crónica anunciando que “cincuenta y nueve legisladores votaron en Albany...por la concesión del sufragio a las mujeres, contra cincuenta y cinco, que no gustan concederlo”. (Ibíd., 250) El futuro, dice Martí, será el de “todos los hombres y mujeres de la tierra”. (Ibíd.)

Nueva York y el ser humano

*De jorga son y rapidez los tiempos.
Corre cual luz la voz; en alta aguja,
Cual nave despeñada en sirte horrenda.,
Húndese el rayo, y en ligera barca
El hombre como alado, el aire hiende.
¡Así el amor, sin pompa ni misterio
Muere, apenas nacido, de saciado!...
Se ama de pie, en las calles, entre el polvo
De los salones y las plazas..... (Martí, 1995, p. 114-115)*

Así empieza “Amor de ciudad grande”: una reflexión crítica de lo que el amor se había convertido en las ciudades grandes, donde no sólo se consumían mercancías, sino también el amor como un objeto de cambio entre los seres humanos. Martí escribió “Amor de ciudad grande” en Nueva York, en abril de 1882, unos meses después de publicar su ensayo sobre Coney Island. La relación entre las dos obras, el poema y el ensayo, es importante, porque en ellas se ve reflejada un aspecto de la mirada martiana de los Estados Unidos. En “Coney Island” Martí escribe:

En los fastos humanos, nada iguala la prosperidad maravillosa de los Estados Unidos del Norte... Hoy por hoy, es lo cierto que nunca muchedumbre más feliz, más jovial y frenética va vivido en tan útil labor en pueblo alguno de la tierra, ni ha originado y gozado más fortuna... De los lugares más lejanos de la Unión Americana van legiones de intrépidas damas y de galantes campesinos a admirar los paisajes esplendidos, la impar riqueza, la variedad cegadora, el empuje hercúleo, el aspecto sorprendente de Coney Island, esa isla ya famosa, montón de

6 Como apunta Oscar Montero en *José Martí: An Introduction*: If the image of women fighting for their rights was radical in New York at the end of the nineteenth century, it was surely scandalous for many of Martí’s readers in Latin America. As if to placate those readers, Martí prefaces his sympathetic summary of the women’s movement with a contrast between an idealized image of Latin American women, frail and delicate, and the militant, working women of the northern metropolis. The contrast plays into the prejudices of Martí’s male and female readers in Latin America and certainly suggests that Martí himself shares the premise of such prejudice. On the other hand, Martí’s comments are also a tactical bridge between the changing role of women in an industrialized society and the more traditional view of woman as subservient lover and devoted homemaker, dear to many of Martí’s readers in Latin America” (2004, p. 40-41).

tierra abandonado hace cuatro años, y hoy lugar amplio de reposo, de amparo y de recreo para un centenar de miles de neoyorquinos que acuden a las dichas playas diariamente. (Ibíd., p. 123)

Coney Island, construida en poco tiempo, para el consumo de las playas, el transporte público, los juegos, y “sus museos de a 50 céntimos, en que se exhiben monstruos humanos, peces extravagantes, mujeres barbudas, enanos melancólicos, y elefantes raquíuticos, de los que dice pomposamente el anuncio que son los elefantes más grande de la tierra” (124), es un intento de ahogar la tristeza y la “angustia de la soledad” bajo el constante movimiento de cuerpos y de almas. Tal es el neoyorquino de Martí, a diferencia del hispanoamericano quien padece de “la nostalgia de un mundo espiritual superior” que “los invade y aflige”. Y sin embargo, por otro lado, la grandeza del estadounidense, del neoyorquino reside en su capacidad de seguir adelante, de no dejarse vencer, aun cuando todo parece estar perdido. Regresemos por un momento a “Nueva York bajo la nieve” donde Martí describe la manera en que los neoyorquinos le hicieron frente a aquella horrenda tormenta.

Grande fue la derrota del hombre: grande en su victoria. La ciudad está aún blanca: blanca y helada toda la había. Ha habido muertes, crueldades, caridades, fatigas, rescates valerosos. El hombre en esta catástrofe se ha mostrado bueno. (OC 11, p. 418)

Esta es la visión ambigua y dialéctica martiana de los Estados Unidos, y en particular, de la ciudad de Nueva York. Los grandes seres humanos no eran los ricos como Delmónico (el Trump de la época), cuyas ganancias parecían ser “fábulas”, sino los trabajadores diurnos y nocturnos que formaban parte de esa “marea inmensa” (OC 9, p. 45) e incesante. “Y pensar que cuando todas estas maravillas [de la electricidad], y las nuevas que las sucedan, sean sabidas —se sentará el hombre, triste, desconocedor de sí mismo como en los primeros días—, a preguntarse por sí mismo”, dice Martí, pero hasta ese día la dignidad de los herederos de Sísifo, residirá en sus hazañas meramente humanas.

Referencias

- Baudrillard, Jean. (1991). *La guerra del Golfo no ha tenido lugar*. Trad. Thomas Kauf. Barcelona: Editorial Anagrama.
- Benjamin, Walter. (2012). “Paris, capital del siglo XIX”. *El París de Baudelaire*. Trad. Mariana Dimópulos. “Introducción: Baudelaire, un testigo en contra de la clase burguesa”. Rolf Tiedemann. Buenos Aires: Eterna Cadencia, 43-63.
- Martí, José. (1991). *Obras completas*. 9. En los Estados Unidos. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- (1991). *Obras completas*. 11. En los Estados Unidos. La Habana: Editorial

de Ciencias Sociales.

----- (1995). *Poesía completa*. Ed. Intro. Carlos Javier Morales. Madrid: Alianza Editorial,

----- (2004). “Prólogo al ‘Poema del Niágara’ de Juan A. Pérez Bonalde”. *Ensayos y crónicas*. Ed. Intro. José Olivio Jiménez. Madrid: Cátedra, 59-78.

Montero, Oscar. (2004). *José Martí: An Introduction*. Nueva York: Plagrove Macmillan.

Virilio, Paul. (1986). *Speed and Politics: An Essay on Dromology*. Trad. Mark Polizotti. Nueva York.

Sylvère Lotringer. (1983). *Pure War*. Trad. Mark Polizotti. Nueva York.

Miguel Ángel Zapata y la alquimia de Venecia

Randolph D. Pope

Universidad de Virginia
miguel-angel.zapata@hofstra.edu

Recibido: 01 de agosto de 2017 / *Aprobado:* 02 de septiembre de 2017

Resumen

A partir del análisis del poema de Miguel Ángel Zapata, *Los canales de piedra*, el autor rememora los trabajos de poetas como John Ruskin y su poema *Las piedras de Venecia*, así como a la tradición de poesía en prosa que surge en el siglo XIX con autores como Baudelaire, Rimbaud y Mallarmé y Poe. Con la ayuda de Gérard Genette, Roland Barthes y Jean Beaufret, se puede entender la prosa poética de Miguel Ángel Zapata en que la complejidad del mundo se torna un proyecto poético y ético. Es decir, la poesía como guía de vida. Vivir de acuerdo a la sutileza. Vida y poesía, esta dualidad del lenguaje en la que podemos encontrar la sutileza para vivir mejor.

Palabras clave: Miguel Ángel Zapata, Los canales de piedra, poética, prosa, ética.

Abstract

From the analysis of Miguel Ángel Zapata's poem, *Los canales de piedra*, the author recalls the works of poets such as John Ruskin and his poem *Las piedras de Venecia*, as well as the tradition of prose poetry that emerged in the 19th century with authors such as Baudelaire, Rimbaud and Mallarmé and Poe. With the help of Gérard

Genette, Roland Barthes and Jean Beaufret, one can understand the poetic prose of Miguel Ángel Zapata in which the complexity of the world becomes a poetic and ethical project. That is, poetry as a guide to life. Live according to subtlety. Life and poetry, this duality of language in which we can find the subtlety to live better

Keywords: Miguel Ángel Zapata, The channels of stone, poetics, prose, ethics.

El siguiente estudio analiza este poema en prosa del poeta peruano Miguel Ángel Zapata:

LOS CANALES DE PIEDRA

Vine a Venecia a ver a Marco Polo pero su casa estaba cerrada. El segundo piso lo vi desde una góndola y le tomé una foto a los geranios de su balcón.

El agua del canal es de un verde raro, tal vez sea una combinación del tiempo, los vientos, o la tenue luz de sus callejones de piedra.

Vivaldi aquella noche estaba dando (como de costumbre) sus clases a las niñas del coro. Corelli fue su invitado de honor. Después de uno de los conciertos del cura rojo nos fuimos a la plaza San Marcos a beber vino en *El Florián*. Marco me decía que no permaneciera por mucho tiempo en ninguna parte del mundo. El mundo es como la plaza de San Marcos, murmuraba, hay que cruzarla miles de veces para que puedas ver las verdaderas aguas del tiempo. Al otro lado de la plaza está la vida escondida con el vino derramado por la muerte. Venecia es nuestra solo por esta noche: después hay que abandonarla como a las mujeres de Rialto. Siempre hay algo extraño y hermoso en los geranios púrpuras del Mundo.

Yo solo escribo lo que veo, por eso camino. Sigamos hacia la cumbre para ver los canales desde el cielo de la noche. Después pasemos a la Basílica a poner unas velas a mi madre: ella está viva, tiene la memoria de los ríos. A veces imagino ciudades, como tú, una ciudad dentro de otra, una plaza es mejor que todos los rascacielos del mundo. San Marcos es mi plaza, mi vida, o sea como las alas de las palomas.

Esta noche no daré clases a las niñas del coro en el Hospicio de la Piedad, dijo el cura rojo. Entonces, Marco, veloz como de costumbre nos dijo: naveguemos mejor por los cuatro ríos sagrados esta noche. Busquemos el pecado, pidamos perdón a los cielos por no habernos bebido todo el vino y amado a todas las mujeres de Venecia.

*Miguel Ángel Zapata
Venecia, 17 de julio, 2007*

“Vine a Venecia”, comienza el poema, lanzándonos de inmediato al flujo de la historia. Las dos V que inician “Vine” y “Venecia” son puntas de flechas temporales que curiosamente revelan que nosotros los lectores estamos desplazados, pues debiéramos estar, para ocupar plenamente esas palabras, en Venecia. “Vine” implica que quien escribe sigue en Venecia cuando escribe el poema. No es “Fui a Venecia,” lo que nos situaría en un lugar fácil de ocupar como lectores que hemos hecho ese mismo viaje, sino “Vine a Venecia,” dándonos la impresión de estar leyendo por sobre el hombro de un veneciano arraigado y acaso podemos imaginar que se trata de un documento antiguo, produciendo así lo que vamos a llamar la primera incomodidad, a la cual recibiremos con albricias, pues a medida que la vida obligadamente se va haciendo más breve, más me gustan las dificultades y más desconfío de los nidos rutinarios del lenguaje. (Como veremos más adelante, este gozo de lo difícil y la ansiedad de lo rutinario tiene un lugar importante en este poema).

Retrospectivamente, el título se tiñe de resonancias nostálgicas—¿quién no añora Venecia habiendo estado una vez en ella? —y de una segunda incomodidad, pues cuando imagino Venecia lo que veo son sus canales de agua y las góndolas negras. ¿Qué sequía es la que impone el título que se refiere solo a los canales de piedra?

Mientras que el título recorta y sustrae, también sugiere otra dirección, otra complicidad de lectura. No sólo somos viajeros de la geografía, sino también de las letras, y en el palimpsesto de la memoria se trasluce el título de uno de los más elegantes, sorprendentes y poéticos textos jamás escritos sobre Venecia, *Stones of Venice* [Las piedras de Venecia], de John Ruskin (1851–1853), al cual volveremos más tarde. También Ruskin evaporó el agua, pues lo que le interesaba principalmente eran las calles y palacios. Pero Zapata deja los canales vacíos con mayor intensidad, mágicamente reduciéndolos a ser largos continentes de piedra.

Comenzamos a sospechar que navegamos por un texto que requiere de una estrategia especial. Conviene recuperar aquí la extrañeza de este tipo de texto, el poema en prosa. “Vine a Venecia” podría ser la voz misma del texto hablando, pues el poema en prosa pertenece a una familia que surge repentinamente al registro de lo posible a mediados del siglo XIX de las manos de Baudelaire, Rimbaud y Mallarmé, entre otros. Nuestro exalumno de la Universidad de Virginia, Poe, cometió un texto, *Eureka*, publicado en 1848, al que subtítulo “Prose Poem”, dedicado con “With Very Profound Respect, . . . to Alexander Von Humboldt”, [“con profundo respeto . . . a Alexander von Humboldt”] y que hoy llamaríamos un ensayo de un aficionado a la física, aunque algunos lo consideran misteriosamente como una obra maestra. De lo que sí nos habla con certeza el título de Poe es de que por esos años no había una definición muy clara del poema en prosa.

Sabemos distinguir con alguna seguridad rutinaria (y por ello sospechosa) entre poesía y prosa, dos polos ancestrales. Gérard Genette escribió en *Figures of Literary Discourse* [Figuras del discurso literario], “Probablemente no hay una categoría más antigua o más universal en la literatura que la oposición entre prosa y poesía” (1982, 75),¹ y llegó a definirla como “anti-prosa”. Normalmente, lo que nos ayuda a distinguir entre prosa y poesía es principalmente que la presentación del poema está sometida a la métrica, la versificación, y utiliza con mayor frecuencia de lo acostumbrado elementos retóricos como metáforas, sinédoques, etc. Una manera de expresar la diferencia es declamar, recitar... Otra manera es reconocer que hay algo inusual y hasta inapropiado en lo que se afirma en el poema. Lo que es intermedio causa la inquietud de lo indeciso, de lo coloidal, lo que Roland Barthes (2005) estudió en sus clases del College de France bajo el título general de “lo neutral.” No era simplemente para Barthes cuestión académica: “no se trata aquí de un simple refinamiento intelectual. Lo que estoy buscando con este curso es una introducción a la vida, una guía para la vida (un proyecto ético); quiero vivir

1 Todas las traducciones en este ensayo son mías.

de acuerdo a la sutileza” (2005, 11). Esta dualidad del lenguaje en la que podemos encontrar la sutileza para vivir mejor—en la prosa y en la poesía, en el conocimiento filosófico y en el poético—fue descrita bellamente por Jean Beaufret, quien a partir de una conversación en el verano de 1955 con Martin Heidegger y René Char, escribió lo siguiente:

El pensamiento, en su dimensión más profunda, es diálogo. El pensamiento busca, por medio del diálogo, situarse: desde el primer momento los pensadores han buscado un espacio propio. Todo Aristóteles es un diálogo con Platón. El diálogo de Hegel es un intento de abrirse a la totalidad del lenguaje. Pero este lenguaje no es sólo el de los pensamientos. Antes del pensamiento noético del pensador vibra el pensamiento poético del poeta. El lenguaje de Homero tocó la esencia de las cosas antes que Heráclito. Creó un lugar, estableció un mundo, el mundo griego, en el cual fue posible que naciera la filosofía. Mucho antes de la filosofía, despejó el espacio en el cual, como lo dijo Hesíodo, “los dioses enfrentaron al ser humano”. ¿Pero por qué sirve el lenguaje para el pensamiento al igual que para la poesía? ¿De dónde proviene esta intrínseca dualidad? (1963, 159)

Lo curioso es que hemos llegado a pensar que al explicar un poema, es decir, al desplegarlo, al traducirlo de lenguaje poético al crítico, noético, conseguimos una superación, un progreso. (Unamuno o Machado, al contrario, dirían a sus alumnos, imagino, “no explique, sino complique”, que es lo que rigurosa y felizmente hicieron). Propongo aquí respetar momentáneamente al menos este lugar originario poético, en su opacidad y dificultad, y preguntarme sobre qué conocimiento nos ofrece “Los canales de piedra”, averiguar si podemos acercarnos a este poema sin que se desvanezca en la ilusión del comentario.

Nada en “Los canales de piedra” anuncia “soy un poema”: no hay métrica, ni acumulación alguna de lo que solemos llamar figuras poéticas. Estamos al nivel de lo más elemental, del carbón (y no el diamante). Una oración como “Vine a Charlottesville a ver a Miguel Ángel”, no tiene por sí misma nada de poética. Podría ser parte de un documento policial o un mensaje electrónico a la abuela. Lo que abre una nueva incomodidad es que la voz que habla anuncia que ha venido a Venecia a ver a Marco Polo, lo cual de por sí nos da una nueva vuelta de tuerca y nos hace darnos cuenta que debemos estar en otro siglo: Marco Polo vivió entre 1254 y 1324. Dóciles lectores, nos transportamos imaginariamente al pasado, sabemos hacerlo: lamentamos que la casa de Marco Polo esté cerrada, y nos parece natural que el hablante vaya en una góndola y que desde ahí vea el segundo piso de la casa (pero ¿por qué no el primero? ¿Va acaso de espaldas en la góndola?) Y nos damos entonces de bruces con un anacronismo y un comportamiento raro: si toma fotos estamos otra vez en un tiempo reciente y hemos entrado al mundo de lo fantástico. Bien, se acepta. Pero, ¿por qué tomar una foto de los geranios? Si esto fuera una novela, los geranios cumplirían una función semántica y narrativa precisa; si fuera un poema buscaríamos el valor simbólico de los geranios y su color encarnado. Pero acaso

hay fotos que se toman simplemente para coleccionar imágenes, como quien sigue comprando libros que jamás leerá para completar espacios vacíos en el librero del salón. Sentimos ya que la narración no será ceñida, que no necesitamos escrutar los detalles para anticiparnos al final. En cada línea estamos en el final. No son lugares de tránsito, sino permanencias, estancias. Venecia, una casa cerrada, el viajero por antonomasia, ausente, la góndola, el segundo piso, el balcón y el fogonazo de los geranios. Punto aparte.

Al comienzo del segundo párrafo encontramos una referencia al agua, que resulta ser de un color verde que se adjetiva simplemente de raro, añadiendo una meditación evidentemente insuficiente, descuidada, como un pincelazo de acuarela: tiempo, viento, luz. El párrafo que comienza con el agua se cierra ominosamente con la piedra.

El párrafo siguiente comienza con otras dos V, las de Vivaldi, y el tiempo vuelve a enloquecerse, permitiendo que asome Marco Polo en el café Florián, fundado en 1720, es decir que Vivaldi (quien muere en 1741) bien podría haber bebido allí vino (otra V), pero no con su amigo Corelli, quien muere en 1713, ni tampoco, por supuesto, con Marco Polo. (Y también se trasluce insinuada una interferencia moderna, la de otro navegante del tiempo, Alejo Carpentier y su *Concierto barroco* que también ocurre en Venecia y con Vivaldi.) Sea lo que sea lo que el hablante ha tomado para producir esta confusión cronológica, lo que está claro es que necesitaba escuchar un consejo: que no permanezca por mucho tiempo en ninguna parte del mundo (un mundo escrito aquí con minúscula). Pero ha permanecido, al menos hasta el momento en que ha escrito el poema, pues como ya dijimos “vine a Venecia” implica que no se ha ido, que se ha quedado atrapado entre tanta piedra. Posiblemente la inquietud que lo trajo a visitar a Marco Polo es la que le habla ahora con su voz imaginada: el mundo es como la Plaza de San Marcos. Saltemos de página y veamos como Ruskin describe a los que pasan su vida en la hermosa plaza. ¿No sería este lugar, con sus palomas, campanas y cúpulas, un buen puerto de arribo? La cita es larga, pero reveladora:

¿Y qué efecto tiene este esplendor en aquellos que pasan a la sombra de la basílica? Puedes pasear desde la aurora al crepúsculo, ir y volver, ante el pórtico de San Marcos y no verás a nadie que levante la vista para mirarlo, ni un rostro que se ilumine al verlo. Sacerdotes y seglares, soldados y civiles, ricos y pobres pasan frente a él sin prestar atención alguna. . . Alrededor de toda la plaza frente a la iglesia hay una línea casi continua de cafés donde pasan su tiempo los venecianos de la clase media y leen periódicos sin contenido alguno. . . En los recovecos de las galerías se ve durante todo el día aglomeraciones de hombres de la más baja clase, desempleados y desanimados, tomando el sol como si fueran lagartijas. Niños a quienes nadie cuida —las miradas de sus jóvenes ojos están llenas de desesperación y dura maldad, y sus voces están roncadas de tanto maldecir— apuestan dinero a las cartas, luchan entre ellos, gruñen unos a otros y duermen hora tras hora. . . Y las imágenes de Cristo y sus ángeles contemplan desde la altura continuamente. (1985, 149–50)

Quedarse en un lugar, por lo tanto, por hermoso que sea, aposentarse en la más hermosa plaza del mundo, ponerse cómodo, puede ser encerrarse en un canal de piedra. Sólo cruzarla miles de veces puede permitir, pero no es seguro, acceder a las verdaderas aguas del tiempo, donde todo fluye, el sitio de *panta rei*, del cual vivimos olvidados. El hecho es que la vida está escondida y el viaje debe ser vertical, ahondando en el presente, en el lugar en que uno *se encuentra* (si es afortunado). La reflexión que sigue es su consecuencia lógica: quedarse en un lugar es peligroso, pues se pierde la energía que concede lo extraño y lo hermoso no ya del mundo anterior, con minúscula, sino del Mundo con mayúscula, donde los geranios son púrpuras y, suponemos, no simples adornos de balcón.

Es en el párrafo siguiente cuando el texto cobra vuelo. La oración, “Yo solo escribo lo que veo, por eso camino,” puede invertirse diciendo, “si no camino me vuelvo ciego y ya no puedo escribir”. Ahora se nos invita a participar de este viaje y nos enfrentamos a las oraciones más opacas del texto: “Después pasemos a la Basílica a poner unas velas a mi madre: ella está viva, tiene la memoria de los ríos”. Supongamos por un momento que se trata de lo femenino jungiano, generador de la vida y de la historia con lo cual Marco Polo (o/y la voz poética) necesita ponerse en contacto con las fálicas velas que se consumen derramando sus lentas lágrimas de cera.

El texto se desmorona luego a la narración de una larga noche de jolgorio, pero noche insuficiente (queda vino sin beber, mujeres que gozar), dejándonos sospechar que el hablante se siente llamado a navegar por los cuatro ríos sagrados de las muchas tradiciones que los configuran, pero lo sabe imposible, pues se siente ansiosamente atrapado todavía por los canales de piedra.

Venecia fue patria de navegantes y de artesanos magistrales del vidrio, de inquietos empresarios del horizonte y de sensuales visionarios, lugar ideal para el descubrimiento. Pero el poema encierra en su puñado de líneas la misma desazón que anotó Ruskin: estar realmente en Venecia y navegar por ella es un estado de gracia, una conquista que se vislumbra pero no se alcanza fácilmente. Por eso acaso la voz poética sigue en Venecia, caminando incesantemente para llegar a ver con luz más permanente y clara que lo que permiten las modestas velas del altar de San Marcos. Y nos invita: “Sigamos hacia la cumbre...” Estamos en camino leyendo la poesía de Zapata, poesía que es revelación del misterio como misterio, presentación del enigma cotidiano y complicación admirable.

Referencias

Barthes, Roland. (2005). *The Neutral*. Trans. Rosalind E. Krauss y Denis Hollier. New York: Columbia University Press.

- Beaufret, Jean. (1963). "Conversation Under the Chestnut Tree". En Hollier, Denis y Jeffrey Mehlman, eds. *Literary Debate: Texts and Contexts*. 158–63.
- Genette, Gérard. (1982). *Figures of Literary Discourse*. Trad. Alan Sheridan. New York: Columbia University Press.
- Poe, Edgar Allan. *Eureka - A Prose Poem*. <http://xroads.virginia.edu/~hyper/poe/eureka.html>
- Ruskin, John. (1985). *The Stones of Venice*. Editado por J. G. Links. New York: Da Capo Paperback.

La poética de enseñar

Robert Uribe Jiménez

Universidad Nacional de Colombia
geclu@hotmail.com

Recibido: 20 de agosto de 2017 / *Aprobado:* 25 de septiembre de 2017

Resumen

El presente ensayo analiza la poética de enseñar desde autores como Gadamer, Hôlderlin y Heidegger. Este poetizar es un acto político que tiene lugar en la escuela, en un *estar ahí* (Dasein), donde los sujetos interactúan y se construyen en y a través de la praxis del lenguaje. Para ello se desarrollarán categorías esenciales como el *habitar* de Heidegger, *poetizar* e *interpretar* de Gadamer y la *escuela* como escena en la que se construye un *sujeto político*.

Palabras clave: poética de enseñar, escuela, escena, habitar, poetizar, interpretar, sujeto político.

Abstract

This essay analyzes the poetics of teaching from authors such as Gadamer, Hôlderlin and Heidegger. This poetry creative and teaching is a political act that takes place in school, in being there (Dasein), where subjects interact and are built in and through the praxis of language. To this end, essential categories will be developed,

such as inhabiting Heidegger, poetizing and interpreting Gadamer, and the school as a scene in which a political subject is constructed.

Keywords: poetic to teach, school, scene, inhabit, poetize, interpret, political subject.

El presente ensayo tiene como finalidad situar el camino donde se construye la poética del enseñar; para tales fines partiremos del texto de Gadamer, “Poetizar e interpretar”, pasando por los versos de Hôrderlin, *poéticamente habita el hombre*, con el fin de expresar que el inicio de este poetizar que es el Hombre, se construye en la escuela, su habitar como un acto político. Para tales fines examinaremos el concepto de Habitar en Heidegger, el discurrir del poetizar en Gadamer, para llegar a plantear una puesta en escena del como en la escuela se habita poéticamente y se construye un sujeto político.

Iniciaré esta cavilación con una cita de Gadamer, “Sólo quisiera hacer mi propio oficio, que consiste en, a través de pensar, mostrar lo que es. Y mostrar lo que es, en el pensar, significa pensar, significa enseñar a ver algo que todos podemos llegar a ver y entender” (1998, 74). Pensar es interpretar lo dado, de una y otra forma, poder tejer los lazos vinculantes del creador y el intérprete en el lenguaje, para este fin, desplegar el texto de Gadamer, “Poetizar e interpretar”, en la escuela como un acto del habitar y a la misma vez un acto político, nos deja en nuestro camino.

El habitar

Habitar no significa simplemente gozar de una residencia, morada o alojamiento; en la palabra están desplegadas muchas más acciones que forman parte del *estar ahí* (Dasein) heideggeriano, dispuestos a escuchar qué nos dice ese lugar donde habitamos y cómo lo construimos en ese *estar ahí*; edificamos nuestro mundo con el lenguaje “el ser del hombre se funda en el lenguaje” (Heidegger 2005, 42). A partir del construir y anudar una correlación del habitar y el lenguaje. “Habitar” en su sentido poético va más allá de la enteleguía poética del crear, evaluada a través del género literario, en la medida en que ese “habitar poético” no busca alejar al hombre de lo real y de la tierra en la que lo anida, sino por el contrario, busca colocar al hombre sobre la tierra a través del poetizar, es decir, busca que el hombre habite en ella.

Ahora bien, si observamos en el contexto de la escuela, donde se emprende la obra del tejer: el *estar ahí* y la construcción de moldear el lenguaje, encontramos un espacio lleno de múltiples perspectivas. Es aquí donde la poética del enseñar entra en juego.

Al pensar este “habitar” a partir de su esencia, podemos rumiar la presencia del (Dasein) del lenguaje. “Poetizar es propiamente dejar habitar [...] [y] como dejar habitar, es un construir” (Heidegger 1994, 165). No obstante, este construir no se reduce al cuidado del campo y todo lo que este alberga, a la edificación de diferentes objetos o al levantamiento de inmuebles. Estas actividades, aunque hacen parte del “habitar”, no llegan de ninguna forma al fundamento de su esencia. “El hombre sólo es capaz de habitar si ha construido ya y construye de otro modo y si permanece dispuesto a construir” (Ibíd., 167) y esta es la tarea de la escuela, un permanente tejer del lenguaje y el habita que se presenta ahí, nunca igual, ya construido, siempre construyéndose.

Poetizar e interpretar

La creación artística nunca ha conciliado su discurrir con aquellos que ostentan como intérpretes del arte. En este discurrir encontramos un escenario –dentro del arte– donde lo uno, el poetizar, está ligado a lo otro, el interpretar, fundiéndose de tal manera que las fronteras desaparecen en el uno como en el otro. Qué tienen en común lo uno –el poetizar– y lo otro –el interpretar–, las dos están anudadas en el lenguaje, se dan solo a través del lenguaje, pero el poetizar funda su lenguaje en el *estar ahí*, en la palabra cotidiana (Valéry), el intérprete construye su lenguaje con lo ya dado y creado en el poetizar, apuntando a algo que se desvanece al momento de ser procurada. Pero ¿qué es esto de borrar las fronteras de lo uno y lo otro? Antes de responder esta pregunta miremos qué indicios nos da el autor sobre lo que es interpretar.

¿Qué es esto de interpretar? A buen seguro, no es explicar o concebir; antes bien, es comprender, hacer exégesis, desplegar, y sin embargo interpretar es algo diferente (Gadamer, 1998, 75). Recurre aquí Gadamer al origen alemán de la palabra interpretar, *deuten* –señalar algo– no con la intención de señalar un mismo objeto, sino a las múltiples direcciones que podemos señalar de ese objeto. Encontrada una diferencia entre –señalar algo– e –interpretar algo–. De lo primero nos dice: mostrar, enseñar un signo y, de lo segundo nos indica que es señalar desde sí mismo el signo.

Ahora bien, resonemos la diferencia que contrasta Gadamer entre la palabra poética y la *otra* palabra: ciencia, filosofía, lingüística. La palabra poética queda, resuena en el tiempo, se manifiesta ella misma en su mostrar (Ibíd., 74), la *otra*, nos indica que es, como una moneda de calderilla, que se toma y se da en lugar de otra cosa (Ibíd.). Desapareciendo ella misma como algo pasajero. El poeta creador toma palabras que tienen en sí un concepto ya determinado, esto no quiere decir que sea único y verdadero. Estas palabras en voz de Valéry, es la palabra del habla cotidiana, la que queda ahí en el habitar, no como concepto pasajero, sino como múltiple significado del estar ahí, del dejar huella en contextos determinados, no como discurso o teoría, sino como signo que se señala desde sí. La palabra poética nos señala algo, pero a su vez está interpretando algo, es aquí donde Gadamer nos señala el campo travieso donde las fronteras se bifurcan en el poetizar, el poeta y el intérprete, como ya se dijo, tienen en común el lenguaje, con él que crean su decir del mundo o de lo dado en este; el poeta, nos muestra un camino múltiple, no nos indica la unicidad de la palabra, nos dice algo que se oculta entre el concepto y la imagen de la palabra dada, él rodea las palabras, es por decirlo de una manera, el *ser* en sí de la doble interpelación, el poetizar e interpretar que se realiza al ser creador-lector.

Al poetizar no solo observamos la forma como se escribe o como se pronuncia cada uno de los versos, ya que sabemos que la poesía se construye con el lenguaje, es lenguaje, su figura lingüística está estructurada con los símbolos fonéticos y gráficos con los que se elaboran el resto de discursos, tendríamos que preguntarnos qué hace

al poetizar tan particular entre todas las artes, para poder responder nuestro inquirir sobre eso de borrar las fronteras. Es precisamente lo que es múltiple en ella, el poder conocer su forma pero no su significado, podemos comprenderla, pero no siempre de la misma forma. Pues lo que ella evoca por medios lingüísticos es, ciertamente, intuición, presencia, existencia; pero en cada individuo que recibe la palabra poética encuentra ésta un cumplimiento intuitivo propio que no puede ser comunicado. (Ibíd., 77).

Tejido, la poética del enseñar

La pregunta que resulta de esta diletante discusión, salta a primera vista, ¿qué es eso de un sujeto político, qué se puede entender por política en un contexto de habitar en la enseñanza? ¿Qué relación podremos tejer de lo político, poético y de aquel que devela ese doble oficio de creador-intérprete? No tenemos más salida que disertar en el terreno de la educación como un acto político, y es un acto político al estar en la escena de lo público, de co-habitar con otros. Es por esto que el educar está ligado al habitar, al construir permanentemente el lenguaje trasformador de ese hábitat.

De tal suerte, Gadamer señala no solo la importancia de la poesía dentro de las artes sino también en la lingüística, en la construcción de conceptos múltiples (multivocidad) que permiten construir un mundo permanentemente, como creadores del indicar-intérprete; esta es la tarea del construir un sujeto trasformador (político) del mundo, del *estar ahí*, para ser pensado desde el otro y con el otro.

Una suerte de sino, el encuentro de la figura del poetizar, acción trasformadora del signo, con la tarea realizadora de aquellos llamados maestros, capaces de –enseñar a ver algo– como intérprete y autor constante de un sujeto, que se construye y decodifica en múltiples interpretaciones su discurrir sobre el signo no señalado, sino dejado abierto a toda interpretación constructora de sociedad. Es en este instante, donde las múltiples interpretaciones de los signos forjan ese devenir político del compartir con otros, en lo público.

El maestro se escenifica dentro de la palabra, en el lenguaje, interpretándolo en el movimiento mismo del *estar ahí*, desde la palabra –cotidiana–. Cada segundo transformándola dentro de su labor, labor que tiene un espacio, que hace parte del Habitar, la escuela y se ha dicho que es la escuela el lugar donde los estudiantes pasan gran parte de su tiempo, ya sea dentro de las aulas o en espacios comunes donde departen interacciones con otros sujetos que habitan este mismo espacio.

Esta interacción no puede ser más que el espacio que habitan, el construir permanentemente la correlación del lenguaje y el vivir en un entorno, el lenguaje –cotidiano– es pensado una y otra vez desde el interpretar lo que se está viviendo, sintiendo.

¿Qué relación tendrá este habitar poéticamente, con el construir sujetos que piensen constantemente en su entorno y la correspondencia con lo político en la

escuela? Si entendemos desde Heidegger la poética como un lenguaje que permite habitar los contextos como correlación entre el habla y el estar ahí, podremos de seguro el camino donde lo político teje el sujeto y el habitar un espacio. Qué mejor espacio que la escuela, donde se enseña a pensar desde la *praxis* del lenguaje y del habitar un espacio indeterminado que dejara de ser, pero construye su lenguaje y su correlación entre el habitar y el pensar, *profesar una fe*.

Referencias

- Heidegger, M. (1994). Poéticamente habita el hombre. En *Conferencias y artículos* (E. Barjau, Trad.) (pp. 163-178). Barcelona: Ediciones Del Serbal.
- (2005). *Hölderlin y la esencia de la poesía*. En (H. Cortés, & A. Leyte, Trad.) (pp. 37-54). Madrid: Alianza.
- Gadamer, H. G. (1998). *Estética y hermenéutica*. Madrid: Tecnos.

La ponerización de la sociedad

Leonardo Wild

leonardo@wild.ec

Recibido: 22 de noviembre de 2017 / Aprobado: 23 de diciembre de 2017

Resumen

La presencia de psicópatas clínicos en grupos humanos a través de la historia ha provocado cambios en las estructuras sociales que han venido generando lo que Andrew Lobaczewski denominó la ponerización de la sociedad. Lobaczewski analizó este fenómeno en el ámbito político, pero en realidad se ha expandido a todas las áreas de actividad humana provocando dolor y destrucción, en ocasiones llegando a ser la principal causa de muertes en masa por un fenómeno llamado demicidio. La explicación de cómo es posible que esto haya venido ocurriendo desde los principios de la humanidad hasta el presente, se lo puede explicar comprendiendo los procesos descritos por Lobaczewski y estudiados por personas como Robert D. Hare, en relación con los principios de la estigmergia en la sociedad.

Palabras clave: psicopatía, psicópatas clínicos, estigmergia, burocracia, demicidio, ponerología, política, destrucción social, poneros, Mesopotamia, civilizaciones.

Abstract

The presence of clinical psychopaths in human groups throughout history has caused changes in the social structures that have been generating what Andrew Lobaczewski

called the *ponerization* of society. Lobaczewski analyzed this phenomenon in the political sphere, but in reality it has expanded to all areas of human activity causing pain and destruction, sometimes becoming the main cause of mass deaths by a phenomenon called *democide*. The explanation of how this could have been happening from the beginnings of humanity to the present, can be explained by understanding the processes described by Lobaczewski, and studied by people like Robert D. Hare, in relation to the principles of *stigmergy* in society.

Keywords: psychopathy, clinical psychopaths, stigmergy, bureaucracy, democide, ponerology, politics, social destruction, poneros, Mesopotamia, civilizations.

El estudio del comportamiento humano es posiblemente uno de los más complejos y subjetivos. ¿Cómo explicar comportamientos que inclusive van en contra de la sobrevivencia de individuos y de la sociedad en la que viven? ¿Cómo explicar acciones que se consideran destructivas para el bienestar y la continuidad de la existencia humana? Comportamientos tales como la destrucción sistemática de ecosistemas —sin los cuales no podremos sobrevivir—, o la creación de estructuras económicas y políticas injustas, así la recurrencia de guerras y su amenaza latente que podría implicar la destrucción de la civilización por medio de una guerra nuclear.

La palabra griega poneros significa “el mal”, aunque además presenta connotaciones más complejas y profundas:¹

Poneros en griego moderno significa alguien cuya mente tiende hacia el mal, una persona maliciosa (taimada), o incluso una con una mente “sucía”. La palabra está relacionada con la palabra “ponos”, que significa dolor. Tanto el dolor, como poneros (así como los derivados ingleses “penitencia” y “penitenciaria”) provienen de la antigua raíz “penomai”, que significa “ejercer esfuerzo” en el sentido debilitante. El dolor es el resultado de este “esfuerzo”, y la persona ponérica (o poneros) es su propagador.

¿Existen propagadores “del esfuerzo que lleva al dolor” en la sociedad?

De hecho, esta es la tesis de Andrew M. Lobaczewski en su libro *Ponerología política*,² una obra cuyo manuscrito original fue quemado por el mismo Lobaczewski y su equipo de investigadores minutos antes de una incursión de la policía secreta en la Polonia comunista, y que luego fue publicado en 1984 en Estados Unidos.

Los “propagadores del mal”, propone Lobaczewski, son aquellos actualmente conocidos como “sicópatas clínicos”, un perfil psicológico de personas con comportamientos patológicos que están siendo investigados por varios especialistas porque se ha demostrado que sus efectos negativos en la sociedad son más destructivos y dañinos que los causados por sus equivalentes delictivos —los psicópatas criminales—, muchos de los cuales llegan a ser asesinos en serie.

Lo más preocupante es el porcentaje de psicópatas clínicos en la sociedad. La mayoría pasan desapercibidos porque logran esconderse detrás de una “máscara de normalidad”. Calculan los investigadores como Robert D. Hare y Martha Stout, que la sociedad está compuesta de entre 1 al 4 por ciento de “psicópatas verdaderos”.

Sin entrar en las diferentes sub-categorías de psicopatía clínica, investigaciones diversas han revelado que los psicópatas clínicos están entre nosotros y que parecen personas normales o, como lo describen Robert D. Hare, Ph.D. y Paul Babiak, Ph.D.

1 <http://ponerology.blogspot.com/2006/02/etymology-of-word-poneros-and-its.html>.

2 Lobaczewski, Andrew, (2006) *Political Ponerology, A Science On The Nature Of Evil Adjusted For Political Purposes*, Grande Prairie, Canadá, Red Hill Press.

en su libro *Snakes in suits, when psychopaths go to work*,³ son gente que presentan su “ficción psicopática” de modo que quienes están a su alrededor no logran detectarlos como personas “diferentes”.

¿Cómo reconocer a un psicópata clínico?

El primer paso para reconocer a un psicópata clínico es enterarse que existen. El segundo, es conocer su perfil. Al contrario de muchos psicópatas criminales, cuyo comportamiento social puede ser antagonista y palpablemente antisocial y agresivo, los psicópatas clínicos tienden a ser carismáticos, de buena presencia e inclusive agradables, por lo menos en la fase inicial de acercamiento.

No es fácil, a primera vista, saber si una persona es psicópata, puesto que esconde su verdadera naturaleza tras una máscara de normalidad. Inclusive hay quienes pueden conocer a un psicópata por años, y nunca enterarse de ello. En primer lugar, porque la mayoría no sabemos que existen psicópatas clínicos. Luego, porque son tan hábiles en turbar nuestra percepción de quienes son realmente, que antes de acusarlos de ser “malos”, dudamos de que nuestras propias percepciones sean las correctas, y que se encuentran afectadas e influenciadas por las percepciones de quienes nos rodean.

Muchos que han sido víctimas de sus manipulaciones y abusos, al no saber el tipo de persona con la que se han enfrentado, no comprenden qué es lo que les ha ocurrido. Y es que juzgamos a los demás por quienes somos, y la naturaleza humana no busca lo malo en otro, sino lo bueno, y cuando algo malo ocurre, es común que nos echemos la culpa a nosotros mismos por nuestras falencias.

Especialistas en el tema reconocen que, a pesar de todo su conocimiento, les es difícil decir a ciencia cierta si alguien es un psicópata clínico de verdad sin un examen exhaustivo de su personalidad, por medio de pruebas que pueden durar horas. E inclusive así, la única verdadera manera de reconocer a un psicópata clínico es por medio de escaneos del cerebro para ver cuáles son las áreas que dejan de activarse cuando deberían haberse activado al estar expuestos a ciertos tipos de imágenes emocionalmente turbadoras.

Robert D. Hare, el creador de la herramienta estandarizada para evaluar la psicopatía⁴ y autor del afamado libro *Sin conciencia, el perturbador mundo de los psicópatas entre nosotros*,⁵ generó una lista de las características que forman parte del perfil de un psicópata.

3 Babiak, Paul, Ph.D. y Robert D. Hare, Ph.D. (2007), *Snakes in Suits, When Psychopaths Go To Work*, (p. 48). Nueva York, HarperCollins Publishers.

4 <https://sciencebasedlife.wordpress.com/2011/05/24/the-psychopath-test/>, PCL-R, Psychopathy Check List – Revised.

5 Hare, Robert D., Ph.D, (1998). *Without Conscience, The Disturbing World Of Psychopaths Among Us*, Nueva York-London, The Guildford Press,

La lista corta para verificar si una persona puede ser considerada psicópata,⁶ se basa en 20 preguntas, cada una con graduación de 0 a 2. Es decir, 0 significa No aplica, 1 Aplica de cierta manera, y 2 significa que Definitivamente aplica.

Se considera que alguien es psicópata a partir de los 30 puntos para arriba.⁷ Es una tabla gradual que registra el nivel de comportamiento patológico, y no quiere decir que porque alguien tiene 2 puntos en una de las respuestas, que por eso automáticamente es psicópata.⁸

Aquí la lista de preguntas que pueden ayudarnos a descubrir si alguien es un psicópata clínico:

- 1) **¿Es una persona sumamente elocuente en el sentido que tiene mucha labia, y que demuestra tener un encanto superficial?** En el caso de los psicópatas, la respuesta es definitivamente sí.
- 2) **¿Tiene un sentido grandioso de la autoestima?** Es común en los psicópatas sentirse superiores a los demás, por lo que a muchos se los confunde con meramente “narcisistas”. En el caso del narcisista, su comportamiento proviene de un sentido profundo de inseguridad. El psicópata sabe que es superior.
- 3) **¿Tiene una necesidad excesiva de ser estimulada y la tendencia de aburrirse con facilidad?** Los psicópatas no resisten períodos largos sin hacer algo, por lo que requieren de constante entretenimiento aunque sea superficial.
- 4) **¿Es un mentiroso compulsivo (patológico)?** A los psicópatas no solo que no les interesa la verdad, sino que además “no mienten” porque la verdad es lo que les conviene al momento. Por lo tanto, muchos psicópatas pueden pasar las pruebas de detector de mentiras sin problema alguno. Al mentir, sus emociones no se alteran como en las personas normales. En otras palabras, creen en lo que dicen (aunque no sea verdad), y por eso llegan a ser tan convincentes porque no detectamos la mentira en su lenguaje corporal.
- 5) **¿Engaña y manipula con frecuencia y facilidad?** Los psicópatas creen que pueden impulsar a la gente de su alrededor a que hagan lo que ellos quieren. La meta justifica los medios.
- 6) **¿Muestra poco remordimiento o culpa?** Cuando hacen cosas consideradas malas, no sienten culpabilidad ni remordimiento porque no es una emoción que pueda surgir en ellos. Inclusive, según experimentos llevados a cabo con escaneos del cerebro, no tienen miedo de los efectos negativos de sus acciones

6 La única manera de confirmar que una persona es definitivamente psicópata es por medio de pruebas exhaustivas llevadas a cabo por un especialista, ya que muchas veces las personas normales, ya sea por aceptación social, por aparentar como manera de protección, o por inseguridades, pueden tener ciertas características que no son su verdadera personalidad.

7 <https://sciencebasedlife.wordpress.com/2011/05/24/the-psychoopath-test/>: Alguien sin tendencias psicopáticas y sin record criminal podría llegar a tener un puntaje de 5, y un no-psicópata criminal hasta un 22.

8 <http://uk.businessinsider.com/hare-psychoopath-checklist-test-sociopath-2016-11/#1-do-you-have-excess-glibness-or-superficial-charm-1> ; <http://www.cbc.ca/doczone/features/the-hare-psychotherapy-checklist> ; <https://sciencebasedlife.wordpress.com/2011/05/24/the-psychoopath-test/>

en el futuro, aunque puedan provocar dolor físico en ellos mismos. Es decir, los psicópatas son reincidentes por naturaleza. Esta falta de remordimiento, y sentido de culpa, hace los psicópatas sean seres sin conciencia y sin escrúpulos. Aunque declaren lo contrario.

- 7) **¿Demuestra la persona un afecto superficial?** A menos que estén actuando para mantener su máscara de normalidad, los psicópatas carecen de emociones cuando una reacción emocional es apropiada. No obstante, a través de su vida, han aprendido a reconocer los momentos en los que se espera una reacción emocional de ellos –sea de alegría o de pena o conmiseración por el dolor ajeno–, y lo pueden hacer a la perfección, inclusive mejor que las personas normales. Es común que sus discursos de bondad y simpatía por alguna causa sean maravillosos para quienes los presencian.
- 8) **¿Es insensible o carece de empatía?** La falta de empatía, una capacidad innata del ser humano para con los demás y su ambiente, es una de las características principales de los psicópatas. Al no tener empatía, no pueden ponerse en la posición de los demás y sentir en ellos mismos el efecto de sus acciones.
- 9) **¿Tiene un tipo de vida parasítica?** Los psicópatas prefieren no trabajar para sobrevivir, y prefieren tomar cosas de otra gente. En el caso de los psicópatas criminales, esto les lleva a cometer crímenes. En el caso de los psicópatas clínicos corporativos o políticos, aprovechan su posición de poder para embaucar, ponerse sueldos y/o bonos excesivos, y a creer que “se merecen” ganar más que quienes les rodean. En el caso de los psicópatas clínicos en posiciones de poder político, no ven nada malo en la corrupción aunque sea excesiva y descarada.
- 10) **¿Tiene problemas con el control de su comportamiento?** Los psicópatas tiene dificultades en controlar su comportamiento extremo, sin importarles si rompen los códigos considerados como apropiados por los demás. Dependiendo del tipo de patología, las tendencias varían. En algunos puede ser romper los cánones sexuales, en otros se presenta como explosiones de ira y de inculpação hacia quienes los rodean.
- 11) **¿Tiene una historia de comportamiento sexual promiscuo?** No siempre este comportamiento es abierto y público, pero generalmente tienen la tendencia de relaciones superficiales. No quiere decir que todos los psicópatas sean promiscuos, o que todos quienes son promiscuos sean psicópatas. El comportamiento psicopático implica una serie de conductas las cuales, en conjunto, delatan la patología.
- 12) **¿Tiene una historia de comportamiento problemático a temprana edad?** Comúnmente, los psicópatas tienen la tendencia de ser crueles con otros y con ciertos animales, muchas veces comenzando por la matanza de insectos. Entre los síntomas previos a los 13 años de edad se encuentra: mentir, robar, engañar, vandalismo, bullying (acoso, intimidación), actividad sexual, prender

- fuegos (piromanía), inhalar pegamentos, uso de alcohol, escaparse de la casa.
- 13) ¿Carece de metas a largo plazo realistas?** Ya que prefieren no trabajar para conseguir lo que requieren para vivir, es típico de muchos psicópatas crear planes grandiosos para hacerse ricos rápidamente, antes que construir una carrera de oficio. Inclusive quienes entran a trabajar en empresas, suben a puestos de poder por medio de la manipulación y ardidés a costo de la reputación de los demás.
- 14) ¿Es extremadamente compulsivo?** Los psicópatas son sumamente impulsivos, y como tienen gran carisma, arrastran a otros en sus maquinaciones. Su entusiasmo puede ser contagioso y para muchos, temporalmente liberador y digno de admiración.
- 15) ¿Tiene un grado alto de irresponsabilidad?** Hacer lo correcto –aunque lo profesen con contagiosa convicción–, no está en la lista de prioridades de un psicópata. Tienden a no pagar sus deudas, a incumplir sus préstamos, a hacer mal los trabajos, a no cumplir con acuerdos contractuales, ya sea escritos o verbales.
- 16) ¿No acepta la responsabilidad por sus propias acciones?** Culpar a otros por lo que haya ido mal es típico de un psicópata, así como descubrir maneras de que las fallas recaigan sobre otros. La airosa negación de culpabilidad hace que otros duden de su propia culpa.
- 17) ¿Ha tenido muchas relaciones maritales de corto plazo?** Para los psicópatas, las relaciones a largo plazo son difíciles porque son compulsivos. Aunque logren mantener una relación marital a largo plazo, no quiere decir que hayan sido fieles a su pareja, sino que su pareja es útil para mantener ya sea su estatus social, o porque saben que es “lo correcto” en la sociedad y sienten la necesidad de mantener su imagen “intacta”.
- 18) ¿Tiene una historia de delincuencia juvenil?** Los problemas sociales comienzan a temprana edad, en caso de los psicópatas criminales, con acciones que pueden llevarlos ante la ley.
- 19) ¿Ha tenido revocación de libertad condicional?** Como los psicópatas no tienen miedo a los efectos futuros de sus acciones, y no tienen sentido de culpa o remordimiento, en el caso de los que han sido atrapados por la ley y cumplido con su pena, tienden a reincidir en sus ilegalidades. Al contrario de los criminales comunes, el criminal psicópata no puede reformarse aunque aparente lo contrario.
- 20) ¿Tiene versatilidad criminal?** Los psicópatas romperán cualquiera de las leyes si tienen la oportunidad de hacerlo, por lo que al contrario de los criminales comunes, no se especializan en una sola “rama”.

Esta lista de preguntas es apenas un indicativo parcial de si una persona tiene tendencias psicopáticas o no. Robert D. Hare y otros especialistas han generado pruebas más detalladas para clasificar no solo si alguien es psicópata, sino también

de qué tipo y con qué tendencias.⁹ No obstante, para la persona común, el poder reconocer a un psicópata porque tiene algún tipo de relación social con él o ella, puede ser la diferencia entre caer víctima, o lograr escapar a sus garras. O, en caso que esto ya haya ocurrido, reconocer que el problema no es propio, sino que han sido las víctimas de una personalidad destructiva.

El descubrimiento del psicópata en la sociedad

La existencia de personas con comportamientos antisociales –o que aparentaban ser sociales pero no lo son–, fue ya estudiada en el tiempo de los griegos por el filósofo Theophrastus (c. 371 a.C. - 287 a.C.), sucesor de Aristóteles en manejar la escuela Peripatética de Atenas,¹⁰ en su obra *The Characters*.¹¹ Habla del “hombre inescrupuloso” y de sus características como engañador.

En la época del presente, es posiblemente el médico francés Philippe Pinel quien primero describe (1801), y resalta, a este tipo de personas no como “locos”, sino como hombres que sufren de “manía sin delirio” –*manie sans délire*.¹² Es Philippe Pinel (1745-1826) quien trae a la luz una descripción muy similar y precisa de lo que hoy en día se conoce como un síndrome psicopático. No solo que este tipo de personas “no demuestran remordimiento alguno por sus acciones”, sino que a pesar de ello, parecen ser completamente cuerdos. O sea, saben muy bien que lo que hacen se considera malo o negativo, pero no les importa ni van a perder su sueño por lo que han hecho; no les remuerde la conciencia porque no la tienen.

Un médico al otro lado del Atlántico, el norteamericano Benjamin Rush, por fechas similares (años 1800), llega a la conclusión de que existe gente que puede cometer las barbaridades más aborrecibles sin pestañear, pues poseen una “depravación moral preternatural innata”.¹³ Concluye, además, que “probablemente debe existir una organización original defectiva en aquellas partes del cuerpo que se ocupan de las facultades morales de la mente”.¹⁴

Sin embargo, no es hasta el siglo XX que se genera el primer perfil identikit, por decirlo de cierta manera, del psicópata.¹⁵ Lo genera Harvey Checkley en su libro *The mask of sanity* (La máscara de la cordura), publicado en 1941, donde observa que:

9 <http://www.pathwaysstudy.pitt.edu/codebook/pcl-sb.html>: PCL-YV, para jóvenes; <https://www.mhs.com/MHS-PublicSafety?prodname=pcc-sv>, PCL-SV (una versión abreviada del PCL-R) que toma aproximadamente la mitad del tiempo de la revisada.

10 Dutton, Kevin, (2012). *The Wisdom of Psychopaths, What Saints, Spies, and Serial Killers Can Teach Us About Success* (Locación 792), ed. Kindle, Scientific American / Farrar, Straus and Giroux.

11 Theophrastus (Autor), Francis Howell (Ilustrador), R. Thomson Clark (Traductor), (2008). *The Characters of Theophrastus*, ed. Kindle, BLTC Press.

12 *The Wisdom of Psychopaths*, locación 801.

13 *The Wisdom of Psychopaths*, locación 811.

14 *The Wisdom of Psychopaths*, locación 811.

15 *The Wisdom of Psychopaths*, locación 818.

El psicópata [] es una persona inteligente, caracterizada por su pobreza de emociones, y una ausencia de vergüenza, y por egocentrismo, un encanto superficial, carencia de sentido de la culpabilidad, carente de ansiedad, inmune al castigo, impredecible, irresponsable, manipulador, y un tipo de vida transitorio.¹⁶

Es así como fueron generándose la lista de síntomas que delatan al psicópata, hasta que con los estudios hechos por medio de electro-encefalogramas, escaneos de fMRI (resonancias magnéticas) y PET (tomografías por emisión de positrones), se comienza a comprender por qué, y qué es lo que ocurre “allá arriba” para que no tengan empatía, ni conciencia, ni crean mentir cuando lo hacen con regularidad y de forma compulsiva y patológica (tal vez las tres características más notables de la personalidad psicopática).

No obstante, a diferencia de los psicópatas criminales, los psicópatas clínicos logran esconder su verdadero yo por medio de comportamientos que, si no los seguimos paso a paso y entendemos lo que hay detrás, no mantendríamos que tienen una personalidad tóxica para quienes llegan a ser sus víctimas. Inclusive, muchos llegan a admirar, adorar, o inclusive a defender, a personas que han logrado, por medio de sus palabras y personalidad carismática, engañar hasta a los más cercanos a ellos.

Pero una vez que hayamos descubierto la verdadera naturaleza de una persona, y sepamos que es muy posible que sea psicópata (aunque no necesariamente criminal), sabremos a qué atenernos. En otras palabras, en el momento en que contemos con la información de la existencia de este tipo de personas en nuestra sociedad, no podremos dar marcha atrás. Veremos al mundo –y a las acciones de la gente que se cumple con el perfil–, con otros ojos.

La ficción psicopática

Tarde o temprano llega un día en que la “ficción psicopática” de un psicópata se desvanece, comúnmente por las acciones mismas de los psicópatas, en especial cuando llegan a posiciones y/o puestos donde ya no creen necesario mantener su máscara de la normalidad. Este fenómeno es común en políticos, así como en gerentes o en líderes de grandes empresas cuando llegan a creerse intocables.

Lo triste es que, inclusive cuando estos personajes prominentes hacen de las suyas, si no sabemos lo que son y cuál es el perfil de un psicópata, dudamos de que realmente no haya sido una equivocación temporal, en vez de un comportamiento recurrente. “No pueden haber hecho eso. Nadie puede cometer semejante atrocidad”. Aducimos su “desliz moral” a que fueron “víctimas de las circunstancias” o que acabaron “corrompidos por el poder”.

16 *The Wisdom of Psychopaths*, locación 818.

Lo cierto es que los psicópatas clínicos son más comunes de lo que nos imaginamos, e inclusive su porcentaje es mayor en ciertos oficios o cargos donde se requieren tomar decisiones “con frialdad”.¹⁷

Lo más importante es que nos demos cuenta de que existen y que son capaces de romper con todos los códigos de la ética y de la moralidad sin remordimientos. El grado y la seriedad de sus acciones destructivas va a depender del grado de control que tienen sobre los demás, y del poder que puedan blandir.

Un padre de familia podrá ser cruel con sus seres más íntimos y mantener una imagen pública –puertas afuera– de bondad y de respeto, descubriéndose su verdadera personalidad con mucha dificultad.

Pero cuando una persona que llega a adquirir poder, ya sea en su puesto de trabajo, en una empresa, o en un gobierno, y que sea psicópata, va a causar más dolor y destrucción si cree que puede salir impune.

Lo preocupante es que inclusive cuando no logran esconder sus desmanes, y porque la población desconoce de la existencia de este tipo de personas, si escapan a la ley, volverán a cometer las mismas atrocidades de dárselos la oportunidad.

Algo parecido ocurre a nivel familiar o entre amistades. Quienes han estafado o sido expulsados de sus puestos de trabajo por su nivel de conflictividad, solucionan su situación trabajando en otro lado o, si lo creen necesario, inclusive se cambian de ciudad de forma temporal o definitiva y van donde no les conocen.

La ficción psicopática –esa personalidad ficticia que al principio aparece bonachona, amable, respetuosa, carismática, inclusive bondadosa–, tiende a desaparecer cuando llega el día en que el psicópata tiene a su víctima acorralada, o cuando ya ha dejado de serle útil. A partir de ese momento la desecha para buscar otra víctima. Lo curioso es que en muchas ocasiones, las víctimas del psicópata clínico ni siquiera saben lo que ha ocurrido, e inclusive aducen a que han hecho algo mal ellos para haber “ahuyentado” al psicópata. Esto ocurre especialmente en las relaciones amorosas.

Lo cierto es que si esto ocurre a niveles de gobierno o de empresas multinacionales, los estragos pueden ser altamente destructivos para la sociedad. De hecho, los ejemplos más contundentes del nivel de depravación y destrucción que pueden causar este tipo de personas se las reconoce como momentos en que sociedades enteras han sido victimizadas por personas que llegaron a los puestos más alto de

17 El porcentaje de psicópatas clínicos en la sociedad varía de acuerdo a la profesión y a las áreas estudiadas. Estadísticamente, desde la mayor proporción hacia la menor en las Top 10, el orden según Kevin Dutton es el siguiente: 1) CEO-Gerencia General, 2) Leyes, 3) Media/TV/Radio, 4) Ventas, 5) Cirujanos, 6) Periodistas, 7) Policías, 8) Clérigos/Sacerdotes, 9) Chef de cocina, 10) Servidores públicos. Curiosamente, no encontramos en esta lista a los políticos, porque no es una “profesión” estrictamente hablando. Ni a militares de carrera. Existen también áreas más generales, como empleados de Wall Street, que según las investigaciones de Robert D. Hare cuenta con un 10% de psicópatas clínicos, bordeando el porcentaje de gerentes de grandes corporaciones en un 20% (*Without Conscience*).

poder. Los ejemplos abundan, pero es suficiente con mencionar apenas unos cuantos nombres.¹⁸ Entre otros:

Adolfo Hitler, causante de la Segunda Guerra Mundial y del genocidio judío, y mucho más; se han escrito libros enteros sobre este personaje.

Joseph Stalin, su liderazgo causó muerte y hambruna para un número no definido de víctimas que van desde los 10 millones a los 60 millones de personas.

Leopoldo II, Rey de Bélgica, quien al crear el “Estado Libre del Congo” consiguió la muerte de alrededor de 3 millones de seres humanos y atrocidades que sacudieron al mundo.

La lista es larga, con nombres como Pol Pot (Premier de Cambodia de 1976 a 1979); Iván IV de Rusia (mejor conocido como Iván El Terrible); Heinrich Himmler, (el padre de la “Solución Final” que llevó al Holocausto judío); Tomás de Torquemada (el Gran Inquisidor que fue establecida en 1478); Josef Mengele, (el “Ángel de la Muerte” alemán del campo de concentración de Auschwitz), y un sinnúmero de otros personajes que hicieron historia por las atrocidades que generaron desde su poder. Cada uno de ellos fue admirado e inclusive reverenciado por quienes creyeron sus discursos. Porque esta gente sabe qué decir para que pensemos que realmente nos entienden como somos, o que saben qué es lo que necesitamos.

Si bien los personajes arriba mencionados están entre los más prominentes porque sus nombres han quedado mundialmente asociados a “excesos” que no solo trascendieron las fronteras de sus países, sino que pasaron a la historia, existen muchas personas más cuya “fama” quedó circunscrita a su territorio y a su tiempo, y otros, cuyas acciones en el pasado han sido revisadas y recién mucho más tarde llevados a juicio por sus crímenes contra la humanidad.

De hecho, no transcurre una semana sin que, en algún medio de comunicación actual, no se escuche sobre los desmanes de algún político o gerente de alto vuelo. No quiere decir que todos sean psicópatas, sino que algo ha ocurrido para que este comportamiento representativo de los psicópatas se convierta en algo cotidiano y hasta “aceptable”, o por lo menos, no en sorpresa.

Los sorprendidos tal vez sean quienes confiaban en sus líderes, creyéndolos personas decentes, de moral intachable, “limpios”. Si no fuese por los noticieros –que otorgan sus quince minutos de “fama” a quienes traen noticias jugosas–, nunca nos enteraríamos de lo que han hecho. Es tal vez esto lo que diferencia nuestra época –la era de la interconectividad instantánea, de la ventana al mundo en la sala–, de las demás. Si bien el porcentaje de psicópatas no ha aumentado, ahora son más que nunca, numéricamente hablando, y sus acciones son justamente lo que “hace noticia” por lo que salen del anonimato.

El anonimato como protección del psicópata

Previa la Revolución Agrícola,¹⁹ hace unos diez mil años, los alimentos existentes

18 <http://all-that-is-interesting.com/historys-biggest-psychos>

19 <http://www.historiasimple.com/2009/07/la-revolucion-agricola.html>;

eran los ofrecidos por la naturaleza, que dependían de las estaciones, así como de climas locales. El descubrimiento de la siembra y de la cosecha, del riego y del pastoreo localizado, hizo que la humanidad diese un salto en su capacidad de alimentarse.

Este avance tecnológico cambió radicalmente el estilo de vida de los humanos. Los que se dedicaron al pastoreo pasaron a vivir viajando de un lado a otro en busca de pasto, por lo que eran nómades, pero también comenzaron a surgir asentamientos permanentes, es decir, grupos sedentarios, que constituyeron el origen de la civilización. Con la revolución agrícola aumentó la cantidad de alimentos disponibles, y esto permitió que aumentara la cantidad de población a nivel mundial.²⁰

Al aumentar la población y la disponibilidad, o inclusive el exceso de alimentos en ciertos centros, conllevó a la creación de pueblos, y luego ciudades. Nos remontamos a la antigua Mesopotamia,²¹ a lo que se conoce como la “cuna de la civilización”.

Mesopotamia en griego significa “entre dos ríos”, específicamente entre el Tigris y el Éufrates. Las dos razones principales para llamar a Mesopotamia antigua el lugar donde inició nuestra civilización, es porque se considera que allí ocurrieron dos cosas que cambiaron al mundo.

Primero, el levantamiento de las ciudades, y segundo, el invento de la escritura (que también se desarrolló en el valle del Indus, actual Egipto, y en China).²² Además de estos dos pilares de nuestra sociedad, se acredita a las civilizaciones mesopotámicas una serie de innovaciones radicales, tales como “el invento de la rueda, la domesticación de los animales, armamentos y guerras más sofisticadas, el carruaje, el vino, la cerveza, la demarcación del tiempo en horas, minutos y segundos, los ritos religiosos, los barcos a vela, la irrigación”.²³

Con los templos mesopotámicos llegaron las sedes de gobierno, y con los gobiernos las leyes y la política, las cuales intentaron por primera vez ordenar a las poblaciones bajo lineamientos de comportamiento estandarizados, por medio de la matemática y de los registros, que a su vez generaron los censos de todo tipo —de ciudadanos, de animales, de la producción agrícola y de las propiedades.—, lo cual condujo a la creación de trabajos administrativos especializados, desembocando en la creación de lo que actualmente conocemos como burocracia.

Si bien el origen de la palabra “burocracia” proviene de principios del siglo XIX, de Francia (bureau = despacho, oficina, escritorio con cajones), la creación

20 <http://www.historiasimple.com/2009/07/la-revolucion-agricola.html>;

21 Localizada donde actualmente están Irak y Kuwait: <https://www.khanacademy.org/humanities/world-history/world-history-beginnings/ancient-mesopotamia/a/mesopotamia-article>

22 <http://www.ancient.eu/Mesopotamia/>

23 <http://www.ancient.eu/Mesopotamia/>

de la jerarquía y la maquinaria burocrática, compuesta por personas que trabajan para un gobierno o estructura administrativa sin haber sido elegidos o que representen a la población,²⁴ nació en Mesopotamia, luego en Egipto, y también en China.

Las grandes aglomeraciones de personas en pueblos y luego ciudades cambiaron las relaciones humanas, entre otros aspectos, por medio de la creación del anonimato.

Mientras antes proliferaban las familias, los clanes y las comunidades, donde prácticamente todos conocían a todos, en las ciudades aparecieron los barrios con su división de clases sociales –ya sea por ordenamiento económico o político–, y el desconocimiento de quienes no forman parte del círculo social inmediato. Además, la creación de jerarquías administrativas y la fragmentación laboral en oficios especializados, generó el secretismo y la protección de saberes gremiales, lo cual acentuó aún más el anonimato, por un lado, y las “imágenes públicas” versus las privadas, por otro.

Es decir, terreno fértil para quienes preferían esconder sus verdaderas personalidades, y quienes a su vez tenían la capacidad de crear “ficciones psicopáticas” donde el carisma y la elocuencia les otorgaban poderes e influencias que no hubiesen logrado conseguir de conocerse sus inclinaciones manipuladoras y depredadoras. Y es que la combinación de características de la personalidad psicopática permitía –sin escrúpulos, sin remordimiento, y sin conciencia–, arrastrar a poblaciones enteras a guerras donde los beneficiados nunca eran las poblaciones mismas, sino quienes habían logrado de una manera u otra subir a los estratos más altos del poder.

Fue el comienzo de las grandes matanzas, de las guerras contra enemigos ficticiamente creados, conflictos entre poblaciones lejanas desconocidas entre sí, especialmente para quienes fueron a las batallas. Así el comportamiento psicopático, de preferir hacerse de lo ajeno para evitar trabajar para conseguir lo propio –de vivir una vida parasítica–, así como la falta de control en su comportamiento y la necesidad de estimulación excesiva, la carencia de metas a largo plazo y la preferencia de acciones compulsivas, se volcó hacia la sociedad.

A esta manifestación de las tendencias psicopáticas en la sociedad se conoce como “la ponerización de la sociedad” o “el proceso ponerogénico”.

La función de los psicópatas en los grupos humanos

Tal vez una de las incógnitas más sorprendentes en todo este proceso de ponerización es la aparente irracionalidad del mismo. Nos enfrentamos a tres preguntas claves:

1. ¿Cómo es posible que durante miles de años, la civilización humana haya estado a merced de los psicópatas en puestos de poder?

24 <https://en.oxforddictionaries.com/definition/bureaucracy>

2. ¿Por qué es que, a pesar de los grandes sufrimientos que este tipo de personas han acarreado, se las sigue eligiendo o permitiendo que sean elegidas para liderar a poblaciones enteras llevándolas a recurrentes colapsos sociales, al borde de la guerra, o inclusive hacia una potencial destrucción total del mundo en que vivimos?
3. ¿Cómo es posible que estas personas aparecen una y otra vez en nuestra sociedad, a través de la historia, a pesar de que en el fondo son destructivos e inclusive auto-destructivos? En otras palabras, ¿Acaso no funciona la naturaleza de manera que, cuando elementos auto-destructivos demuestran su inestabilidad y falta de funcionalidad, se desechan o extinguen por entrar en callejones sin salida?

Aunque tal vez debamos preguntarnos: ¿si los psicópatas tienen una función en la existencia humana, cuál podría ser esta?

Está claro que la personalidad psicopática ha sido una constante de la existencia humana a nivel genético, a tal punto que sin importar el nivel social y económico, o la cultura, al menos un 1 por ciento de la población se considera que son psicópatas. Si bien no está muy claro cuál ha sido su función en tiempos anteriores a Mesopotamia, se sabe que han existido y que, posiblemente, siendo la naturaleza “sabia” como se supone, debieron cumplir con una función sumamente importante en los inicios de la existencia humana y han logrado generar un ambiente donde les ha sido posible subsistir a través de la historia.

Los humanos somos seres sociales. Es decir, no podemos reproducirnos ni continuar siendo humanos sin una relación de interdependencia con otros seres humanos. Inclusive en el momento de la concepción, se sabe que es un esfuerzo social el que lleva a la fecundación de un óvulo.

Si bien la necesidad “natural” de engendrar seres anti-sociales con características psicopáticas es algo especulativo, se conoce que existían ciertas necesidades de sobrevivencia donde este tipo de personas, es decir, seres sin miedo a los efectos de sus acciones, seres sin empatía, sin conciencia, pero con personalidad carismática lo cual les permitía arrastrar a sus congéneres a acciones que sin la influencia psicopática nunca llevarían a cabo. Acciones como cazar mamuts o migrar a tierras desconocidas en busca de mejores territorios para la caza y la recolección de frutas y hierbas. Además de estas necesidades básicas de sobrevivencia proactiva, requerían de la sobrevivencia reactiva, es decir, de la defensa frente a amenazas externas, tales como osos, tigres de diente de sable, o inclusive a otros grupos humanos.

En las comunidades humanas reducidas los psicópatas no pueden pasar desapercibidos, al menos no indefinidamente. En el artículo “El destino de los esquimales psicópatas”²⁵ explica que:

25 “El destino de los esquimales psicópatas”, marzo 10, 2010. <http://coyoteprime-runningcauseicantfly.blogspot>.

Entre los esquimales de Yupik, por ejemplo, la palabra “kunlangeta” se usa para describir a un hombre que miente, roba, engaña y saca ventaja sexual de las mujeres. En un estudio de 1976 sobre Yupik, la antropóloga de Harvard, Jane M. Murphy, preguntó a un anciano tribal lo que hacía la comunidad cuando aparecía un kunlangeta entre ellos. Él respondió, “Alguien lo empujó del hielo cuando nadie más miraba”.²⁶

Si bien esto podría considerarse gracioso, es una manera de enfrentar la problemática de convivir con una persona que no va a cambiar, y que podría inclusive llegar a destruir la comunidad. Con un peligro latente de esta magnitud en el interior de un grupo social, los peligros menores domésticos quedan relegados a un segundo plano.

Viéndolo de esta manera, la existencia de personalidades psicopáticas en los grupos sociales pudo haber tenido una triple función:

- 1) La de protector contra peligros externos.
- 2) La de explorador osado para la búsqueda de alimentos y mejores territorios.
- 3) La de catalizador social en contra de peligros internos en épocas de bienestar para crear un frente común para la continuidad de una comunidad.

Estigmergia y ponerización

No podemos comprender por qué estos “agentes destructivos” llamados psicópatas han logrado mantenerse al frente de nuestra sociedad, en puestos de poder, a través de los tiempos y de forma tan recurrente, sin conocer un fenómeno llamado “estigmergia”.

Sí, es cierto, un 4% —en promedio—, de la población mundial, son psicópatas, clínicos o criminales, que presentan diferentes grados de psicopatía. Por lo tanto, estadísticamente, y por sentido común, un cierto número de estos van a acabar regularmente en puestos de poder. No obstante, el sentido común también debería decirnos que el grado de sufrimiento causado por estos agentes destructivos a través de la historia debería haber generado algo en nuestra sociedad que impediría su llegada a estos puestos de poder de forma tan recurrente y estadísticamente muy por encima de la media del 4%.

Y es que en la naturaleza, cuando existe algún agente destructivo y auto-destructivo, no perdura. Se desmorona, se deshace, se auto-aniquila. A menos que, por supuesto, algo en el ambiente permita su continuidad sobre el tiempo. Como ha ocurrido en el caso de los psicópatas en el poder.

La stigmergia es una de las claves para comprender lo que ha venido ocurriendo:

El concepto de stigmergia fue introducido por Pierre-Paul Grasse en los años cincuenta para describir los efectos indirectos de la comunicación entre individuos en las sociedades de

26 <http://coyoteprime-runningcauseicantfly.blogspot.com/2010/03/fate-of-psychothic-eskimos.html>

insectos sociales. La estigmergia fue definida originalmente por Grasse en sus estudios sobre la reconstrucción de los nidos de termitas. Grasse mostró que la regulación y la coordinación de la actividad de construcción no dependen de los propios trabajadores, sino que se logra principalmente mediante el nido: la configuración estimulante desencadena una respuesta de una termita trabajadora, transformando la configuración en otra configuración que puede desencadenar a su vez en otra acción, posiblemente diferente, realizada por la misma termita o cualquier otro trabajador en la colonia. Aunque el concepto de estigmergia de Grasse fue atractivo y estimulante, fue pasado por alto por los estudiantes de insectos sociales porque dejó abierta la cuestión operativa importante de cómo los estímulos deben organizarse en el tiempo y en el espacio para permitir una perfecta coordinación.²⁷

La estigmergia, en otras palabras, ocurre cuando la acción de un “agente simple” en un ambiente, deja una huella la cual, a su vez, favorece que la acción original se repita.

Para ser un poco más concretos, imaginémosnos una playa de arena virgen. Lancemos sobre esta playa una bola de hierro. La bola, al rodar, deja una huella en la arena. Si lanzamos otra bola, y esta cae en la huella dejada por la anterior, su comportamiento variará y existirá la gran posibilidad de que vaya a seguir la huella dejada por la bola anterior siguiendo una ruta muy similar, aunque no haya tenido nada que ver con la bola que le precedió, ni haya existido una coordinación, comunicación, o influencia directa de ningún tipo para que la segunda bola siga la huella de la primera.

Lo que esto representa es un ejemplo de estigmergia física, puesto que la acción de la primera bola dejó una huella que cambiará y encauzará a la segunda bola para que siga el mismo camino que la primera. Cuando esto ocurre con la segunda bola, se acentuará la huella e incrementará la estigmergia (la huella de una acción en el ambiente), lo cual implicará que bolas siguientes tendrán aún una mayor posibilidad de seguir el curso dejada por las anteriores.

En el mundo de los insectos sociales, la estigmergia es química. Las huellas dejadas en el ambiente provienen de las secreciones de feromonas de los insectos para crear una multiplicidad de comportamientos dependiendo de la actividad a la que estaban dedicados: buscar comida, cargar comida, cuidar larvas, etc. Los tipos de feromonas dejadas por estos agentes simples indicarán a las otras cómo comportarse. Si pasan por una huella que dice que no existen indicativos de comida, no perderán el tiempo siguiendo la huella, sino que continuarán con su programa de buscar comida. Si se encuentran con una huella que indica que cargan comida, la seguirán hasta llegar al alimento. Y así sucesivamente.

Escribe Eric Bonabeau:

No sólo es la estigmergia de importancia potencial para nuestra comprensión de la evolución y el mantenimiento de la socialidad en animales, desde la cría comunitaria de insectos

27 “Definitions of stigmergy. From a special Issue of Artificial Life on Stigmergy: Volume 5, Issue 2 / Spring 1999, Eric Bonabeau. stigmergicsystems.com/stig_v1/stigrefs/article1.html

altamente eusociales, hasta potencialmente convertirse en un concepto crucial en campos como la inteligencia artificial, la robótica, o las ciencias sociales, políticas y económicas, para las cuales la relevancia de la estigmergia es intuitivamente obvia.

Cuando consideramos que individuos con características psicopáticas aparecen generación tras generación —quizás 1) por error genético, o 2) porque la naturaleza ha sido “sabia” y fueron necesarios para llevar a cabo ciertas acciones y comportarse de cierta manera para asegurar la sobrevivencia de grupos sociales que requerían de sus “cualidades antisociales”, o 3) porque a pesar de que estas cualidades ya no son necesarias en nuestro mundo moderno, el ambiente ha sido propicio para su continuidad—, no debe sorprendernos que lleguen a tener poder justamente debido a que son implacables y que, por lo tanto, tienen una ventaja sin igual para trepar en las jerarquías sociales donde la implacabilidad es una característica “necesaria”.

Lo importante aquí es reconocer que este fenómeno, el de la estigmergia, juega un rol central en la continuidad de estos “agentes simples” en nuestra sociedad a través de la historia.

La pregunta es, ¿cuál ha sido el ambiente social específico donde esta “huella psicopática” se ha mantenido a través de la historia, permitiendo que el comportamiento psicopático genere una ponerización de la sociedad, y perdure a través de los siglos?

La institucionalidad burocrática

Como lo vimos con anterioridad, la institucionalidad burocrática proviene y ha estado con nosotros desde las civilizaciones mesopotámicas.

Las excavaciones arqueológicas que comenzaron en la década de 1840 han revelado asentamientos humanos que datan de 10.000 a. C. en Mesopotamia, que indican que las condiciones fértiles de la tierra entre dos ríos permitieron a un antiguo pueblo cazador-recolector instalarse en la tierra, domesticar animales, y volver su atención a la agricultura. El comercio pronto siguió, y con la prosperidad llegó la urbanización y el nacimiento de la ciudad.²⁸

Y con las ciudades se desmembraron las comunidades y vino el anonimato, así como las estructuras de control y de alineación de la población de forma sistemática.

Nació, también, la “profesión” del administrador encargado de generar y mantener el sistema administrativo.

La burocracia es un concepto de sociología y de las ciencias políticas que se refiere a la forma en que la ejecución administrativa y la aplicación de las normas jurídicas están organizadas socialmente. Esta organización administrativa se caracteriza por procedimientos estandarizados, división formal de responsabilidades, jerarquía, y relaciones sociales

28 Mesopotamia, Ancient History Encyclopedia, por Joshua J. Mark publicado el 2 septiembre, 2009: <https://www.ancient.eu/Mesopotamia/>

impersonales. Ejemplos de burocracias cotidianas incluyen gobiernos, fuerzas armadas, corporaciones, hospitales, tribunales, y escuelas.²⁹

El sistema burocrático, por definición, no tiene empatía ni conciencia. No la puede tener. Inclusive si la persona que ejerce un puesto la tiene (es decir, no es psicópata clínico), sus acciones estarán determinadas por los “lineamientos de comportamiento y libertad de acción” definidos por su cargo administrativo. Este es cierto desde el guardia de la entrada de un banco, hasta el presidente de un país o de una empresa, pues todos, absolutamente, están suscritos a las leyes de su país o institución.

Pero no a todas las leyes.
Por lo menos no en la práctica.

Por ejemplo, ciertos servidos públicos no solo gozan de inmunidades diplomáticas cuando viajan a otros estados o naciones, sino que, internamente, funcionarios en ciertos cargos altos tiene inmunidades jurisdiccionales³⁰ así como el acceso a otros privilegios que le permiten ir en contra de leyes aplicadas a los “ciudadanos comunes”.

Las estructuras burocráticas, sean estas privadas, militares o gubernamentales, tienen algo en común: un ambiente que engendra el anonimato y la no-transparencia. El tipo de ambiente perfecto para la proliferación de la personalidad psicopática, y la posibilidad de trepar rápidamente en la jerarquía. Por un lado, porque la “máscara de la normalidad” de estos individuos permite que escondan su verdadera personalidad, y por otro, porque la estructura misma evita que sean descubiertos hasta que ya sea muy tarde y hayan logrado ascender en sus cargos a puestos donde sus decisiones les otorgan el poder que buscan y anhelan.

La espiral de la ponerización generalizada

Cuando un psicópata clínico logra llegar a un cargo de poder, y sabe utilizar la maquinaria administrativa en su favor, sus desmanes y mentiras se mantendrán en secreto porque saben crear sus “círculos rosas” de co-idearios y colaboradores que

29 Bureaucracy, New World Encyclopedia: <http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Bureaucracy> / Creel, H. G. “The Beginnings of Bureaucracy in China: The Origin of the Hsien.” *Journal of Asian Studies* 23, no. 2 (1964): 155–184. Eisenstadt, S. N. *The Political Systems of Empires*. London: Free Press of Glencoe, 1963.

Perrow, Charles. “Why Bureaucracy?” In his *Complex Organizations: A Critical Essay*. 3ra ed. New York: McGraw-Hill, 1986. Smith, Adam. 1776. “Of the Division of Labour.” In *Classics of Organization Theory*, editado por Jay M. Schafritz and J. Steven Ott. 5ta ed. Fort Worth, Tex.: Harcourt College Publishers, 2001.

Wenke, Robert J. “Egypt: Origins of Complex Societies.” *Annual Review of Anthropology* 18 (1989): 129–155. Merton, Robert K. “Bureaucratic Structure and Personality.” In his *Social Theory and Social Structure*. Ed. Rev. New York: Free Press, 1957.

30 <http://www.legaltoday.com/opinion/articulos-de-opinion/inmunidades-de-los-jefes-de-estado-o-gobierno-y-jurisdiccion-univesal>

les cuidan las espaldas, y que, como rémoras, viven de los despojos que dejan los tiburones. Es recién cuando creen tener suficiente poder, que sus excesos se revelan comúnmente como parte de una corrupción formidable y extendida de la cual han llegado a vivir quienes les rodean y han “hecho negociados” y que, por lo tanto, por su propio interés y seguridad, han tenido que esconder y negar; son parásitos del sistema al cual no les importa destruir o comerse desde dentro.

Las administraciones privadas, en colusión con las administraciones gubernamentales, buscarán los beneficios de la “casta privilegiada de turno” y, juntos, incrementan la maquinaria burocrática –tanto administrativa como judicial–, para participar en los réditos económicos.

Y así es como los diferentes sistemas burocráticos que conforman los pilares de la sociedad –el político, el económico, el educativo, el judicial, entre otros–, entran ya sea en “alianzas estratégicas” para el “beneficio común”, o en pugnas para coartarse mutuamente sus deseos de “poder total”, donde las instituciones que en el pasado fueron instaladas para controlarse mutuamente, acaban siendo absorbidas por medio del miedo o de una colusión con la institución más poderosa, comúnmente guiada por un cabecilla y su “grupo de confianza”.

Tanto en el caso de los países o estados, como de las instituciones privadas, esto puede ocurrir por medio de alianzas, o por tomas agresivas por la vía administrativa y/o económica, o inclusive militar.³¹ Al nivel corporativo esto ocurre con mucha mayor frecuencia que al nivel gubernamental, y es más común de lo que se piensa, ya que los poderes corporativos utilizan la maquinaria estatal para conseguir los recursos que desean en países que no les han dejado entrar –o inclusive en el mismo país al que pertenecen–, por medio de la toma violenta de regiones, o inclusive de naciones.

Así lo presenta R. J. Rummel en su libro *Asesinato por gobiernos*:

El poder mata, el poder absoluto mata absolutamente. Este nuevo Principio del Poder es el mensaje que emerge de mi trabajo anterior sobre las causas de la guerra, y este libro sobre el genocidio y el asesinato en masa del gobierno, lo que yo llamo demicidio, en este siglo. Cuanto más poder tiene un gobierno, más puede actuar arbitrariamente de acuerdo a los caprichos y los deseos de la élite, más hará la guerra a otros, y asesinará a sus súbditos extranjeros y domésticos. Cuanto más restringido sea el poder de los gobiernos, más controlado y equilibrado estará, y agredirá menos a los demás y para cometer demicidio.³²

31 En el caso extremo, esto ocurre a través del Demicidio (asesinato incurrido por gobiernos). Genocidio: entre otras cosas, el asesinato de personas por parte de un gobierno debido a su indeleble pertenencia a grupos (raza, origen étnico, religión, idioma). Politicidio: el asesinato de cualquier persona o pueblo por un gobierno debido a su política o para propósitos políticos. Asesinato en masa: el asesinato indiscriminado de cualquier persona o pueblo por parte de un gobierno. Demicidio: El asesinato de cualquier persona o pueblo por un gobierno, incluyendo genocidio, politicidio, y el asesinato en masa. <https://www.hawaii.edu/powerkills/DBG.CHAP2.HTM>

32 <https://www.hawaii.edu/powerkills/DBG.CHAP1.HTM>

Las cifras son espeluznantes. Rummel calcula que un total de 262 millones de personas murieron por efectos del democidio en el siglo XX.³³ Y quienes han estado al frente de estos actos de barbarie, han sido por lo general quienes hoy en día se reconocen como psicópatas clínicos en puestos de poder político, siendo la mayor causa de muertes humanas en el planeta.

Referencias

- Babiak, Paul, y Robert D. Hare. (2007). *Snakes in Suits, When Psychopaths Go To Work*, (p. 48). Nueva York: HarperCollins Publishers.
- Dutton, Kevin, (2012). *The Wisdom of Psychopaths, What Saints, Spies, and Serial Killers Can Teach Us About Success* (Locación 792), ed. Kindle, Scientific American / Farrar, Straus and Giroux.
- Hare, Robert D. (1998). *Without Conscience, The Disturbing World Of Psychopaths Among Us*, Nueva York-London: The Guildford Press.
- Lobaczewski, Andrew. (2006). *Political Ponerology, A Science On The Nature Of Evil Adjusted For Political Purposes*, Grande Prairie, Canadá, Red Hill Press.
- Merton, Robert K. (1957). "Bureaucratic Structure and Personality." In his *Social Theory and Social Structure*. Ed. Rev. New York: Free Press.
- Perrow, Charles. (1986). "Why Bureaucracy?" In his *Complex Organizations: A Critical Essay*. 3ra ed. New York: McGraw-Hill.
- Smith, Adam. 1776. (2001). "Of the Division of Labour." In *Classics of Organization Theory*, editado por Jay M. Schafritz and J. Steven Ott. 5ta ed. Fort Worth, Tex.: Harcourt College Publishers,
- Theophrastus (Autor), Francis Howell (Ilustrador), R. Thomson Clark (Traductor), (2008). *The Characters of Theophrastus*, ed. Kindle, BLTC Press.
- Wenke, Robert J. (1989). "Egypt: Origins of Complex Societies". *Annual Review of Anthropology* 18: 129–155

33 <https://www.hawaii.edu/powerkills/20TH.HTM>



CIENCIA Y TECNOLOGÍA

La inteligencia artificial y los límites de la comprensión humana
Plutarco Naranjo Banda

La inteligencia artificial y los límites de la comprensión humana

Plutarco Naranjo Banda

Escuela Politécnica Nacional

Associate Tutor de Informática en la Universidad de Sussex

plutarco.naranjo@gmail.com

Recibido: 02 de noviembre / *Aprobado:* 15 de diciembre 2017

Resumen

Se da una explicación, al alcance de todo público, del aprendizaje automático, una técnica matemática dentro del campo de la inteligencia artificial que está haciendo cambios profundos en nuestra civilización. Se contrasta un programa de computadora escrito por un humano con el código sintético que produce esta técnica y se explica por qué no podemos comprenderlo. El uso de esta técnica está dando ventajas competitivas enormes a las organizaciones que la utilizan. Se hace una exposición de las redes neuronales artificiales y cómo se las entrena con la técnica de retropropagación.

Palabras clave: inteligencia artificial, aprendizaje automático, redes neuronales, método empírico, modelos matemáticos, código sintético, incomprendibilidad, inteligencia de máquina.

Abstract

An explanation is given, for the general public, about Machine Learning, a mathematical technique within Artificial Intelligence, that is making profound changes in our civilization. We contrast a computer program written by a human with the

synthetic code generated by this technique and we explain why it is we cannot understand it. Organizations that use this technique obtain huge competitive advantages from it. We describe artificial neural networks and their training with the backpropagation algorithm.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, neural networks, empirical method, mathematical models, synthetic code, incomprehensibility, machine intelligence.

La automatización del método empírico

La producción de fórmulas matemáticas capaces de hacer predicciones se ha considerado trabajo exclusivo de científicos, hasta ahora. Una rama de la inteligencia artificial, la del aprendizaje automático, consigue que las máquinas produzcan fórmulas que predicen fenómenos naturales, sociales y económicos. Lo curioso, sin embargo, es que los humanos no somos capaces de comprender las fórmulas que arrojan las máquinas.

La inteligencia artificial tiene una historia tan larga como la de las ciencias de la computación en sí; el matemático inglés Alan Turing estuvo en la sala de parto de las dos¹. Durante su historia han desfilado técnicas que han ido cobrando auge unas tras otras; ahora está de moda el llamado aprendizaje automático o, en inglés, el *machine learning*.

En el método empírico recolectamos datos sobre un fenómeno de interés, los analizamos y eventualmente encontramos relaciones estadísticas (patrones) en estos datos; el trabajo está terminado cuando tenemos una fórmula matemática que puede predecir, con un grado razonable de exactitud, el fenómeno estudiado. Debo admitir que hay quienes se dedican a describir lo observado y otros a dar explicaciones teóricas del fenómeno; no todo en la ciencia es fórmulas predictivas, pero esta esquina sí es la que se está automatizando con el aprendizaje automático.

Lo interesante es que con este aprendizaje automático se rompe el paradigma de que alguien debe programar a las computadoras para que hagan una tarea determinada. Ahora basta con darles suficientes ejemplos del fenómeno de interés y ellas aprenden por sí solas; esto es, ellas derivan de manera autónoma una fórmula matemática que modela el fenómeno. El autor de esa fórmula no es un humano, es una máquina.

¿Cómo funciona el aprendizaje automático?

En matemáticas existen cierto tipo de fórmulas que se llaman aproximadores universales, como son las redes neuronales o los polinomios. Una red neuronal es una fórmula matemática universal con la que podemos hacer un modelo de cualquier fenómeno natural [figura 1]. Toma datos de entrada y especifica cómo calcular el resultado. Los datos pueden ser de cualquier naturaleza, basta que estén representados de manera digital. La misma red neuronal modelará un fenómeno u otro dependiendo de unos números que aparecen en la fórmula llamados pesos o parámetros; todo es cuestión de dar con esos numeritos. El aprendizaje automático consiste en que la máquina,

1 Él fue autor de lo que ahora se conoce como la prueba de Turing (Turing, 1950), por mucho tiempo considerada como el criterio idóneo para calificar a una máquina de inteligente, criterio que hasta hoy no ha sido superado por ninguna máquina y respecto del cual muchos opinamos que nunca logrará ser superado

por sí sola, descubra cuáles son los números (pesos) apropiados para cada modelo de interés; una vez que los encuentra, éstos no se vuelven a cambiar, ahí decimos que la red está entrenada, sale de desarrollo y pasa a explotación por parte de los usuarios finales. En algunos casos se la quema en los circuitos integrados (chips) de una cámara de fotos, en un instrumento de diagnóstico médico o en un misil inteligente.

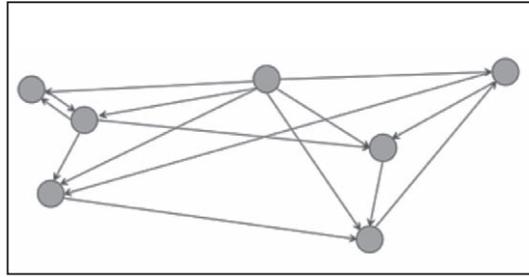


Figura 1. Representación gráfica de una red neuronal artificial.

Las máquinas aprenden enseñándoles muchos ejemplos preparados manualmente. Si queremos que reconozca los objetos que aparecen en fotografías, alguien tendrá que manualmente escribir qué contiene cada foto en un conjunto de ellas; o si queremos que clasifique los tuits como favorables, desfavorables o neutros al gobierno, alguien tendrá que tomar un conjunto de ellos y poner una etiqueta a cada tuit señalando qué sentimiento se manifiesta en éste.

Si alimentamos estos ejemplos junto con su respectiva etiqueta a un algoritmo de aprendizaje automático, éste encontrará los pesos con los que la red neuronal podrá poner etiquetas como lo hace un humano. Podemos entrenar a la red con cualquier tipo de fenómeno natural o social siempre que se trate de datos digitales como grabaciones de voz para que reconozca lo hablado, la actividad de un usuario en el internet para predecirla, datos climatológicos para hacer previsiones, o fluctuaciones de la bolsa de valores para obtener ganancias.

Un algoritmo de aprendizaje automático comienza poniendo valores aleatorios en los pesos; toma un ejemplo y calcula, según los pesos de la red neuronal en ese momento, la etiqueta que le corresponde. Al comienzo los resultados son un disparate, pero como se le ha dado el valor correcto de la etiqueta, puede ver si está pecando por exceso o por defecto y hace un pequeño ajuste a los pesos en la dirección que disminuya el error. De manera paulatina, con cada ejemplo nuevo, la red va aproximándose más y más a las etiquetas humanas; va aprendiendo a hacer la tarea.

Como en la ciencia se hacen experimentos para evaluar la precisión de la fórmula; si resulta aceptable se bautiza a la red neuronal entrenada, de lo contrario hacemos un borra y va de nuevo, quizás la entrenamos con más datos, o con otros diferentes, o con otras conexiones neuronales, en fin.

Tanto el algoritmo de entrenamiento cuanto la red neuronal funcionan haciendo cálculos matemáticos; es una maquinaria matemática que entendemos, que crea otra maquinaria matemática, a la que dejamos de entender.

Interpretación del algoritmo de entrenamiento

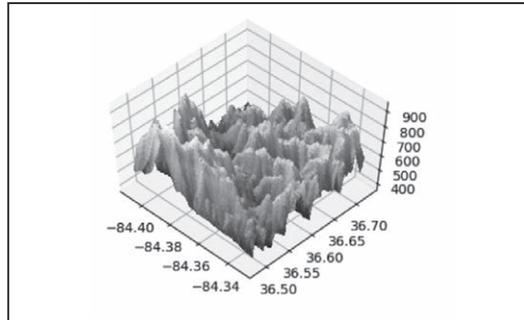


Figura 2. Paisaje, de dos parámetros, a explorar durante el aprendizaje automático en busca de la cima más alta; pues ahí se ajusta mejor el modelo matemático al fenómeno estudiado.

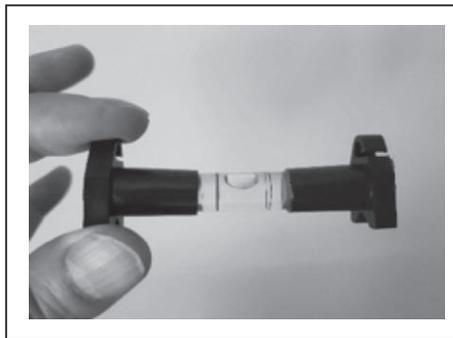


Figura 3. Nivel que indica en qué dirección es “arriba”.

En matemáticas a veces se grafica la fórmula que queremos entender; imaginemos pues el gráfico de una superficie arrugada, un paisaje con montes y valles [figura 2]; mientras más alto el monte, mejor se apega la red neuronal a la tarea deseada; mientras más hondo el valle, más grande es el error de la red. El proceso de aprendizaje es como si soltáramos a un robot en un punto al azar dentro de este paisaje para que lo explore y busque el monte más alto; cada posición del robot se traduce en coordenadas que corresponden a los pesos de la red. Este robot tiene un sensor, un nivel [figura 3] que le indica en qué sentido está la pendiente. Al final de cada ejemplo da un pequeño paso hacia arriba. Con cada ejemplo avanza en su exploración.

ción del paisaje buscando llegar a la cima más alta. Terminamos el entrenamiento cuando ya no avanza más (se queda atascado), eso significa que llegó a una cima, aunque no sea la más alta [figuras 4a – 4d].

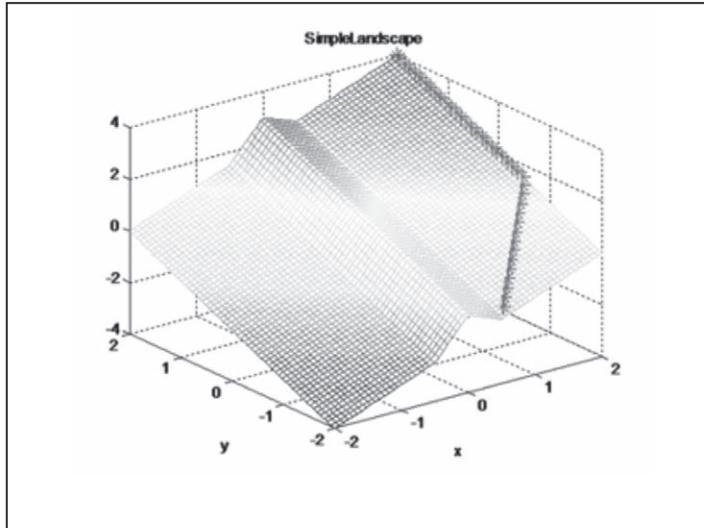


Figura 4a. La búsqueda tiene un inicio afortunado y llega al máximo.

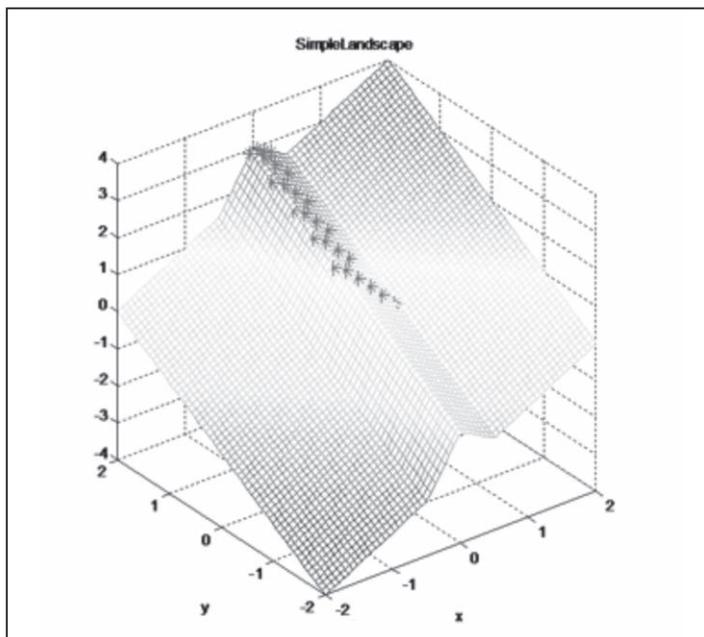


Figura 4b. La búsqueda tiene un inicio desafortunado y se estanca en una cresta inferior.

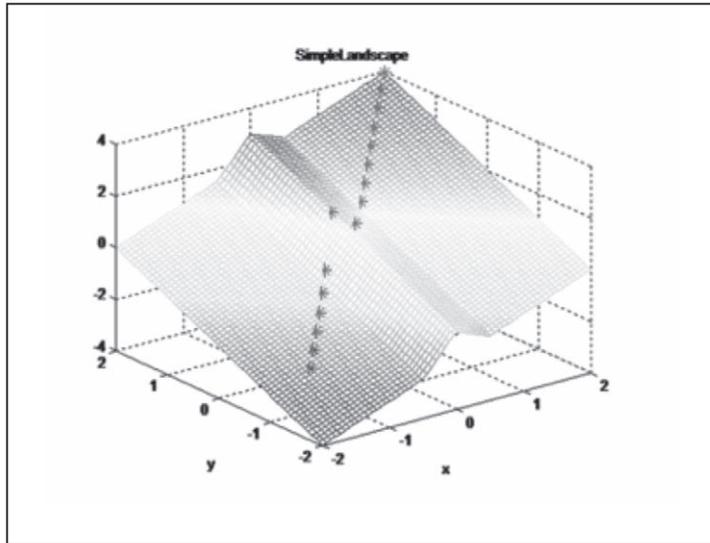


Figura 4c. La búsqueda sobrepasa la cresta por dar pasos grandes.

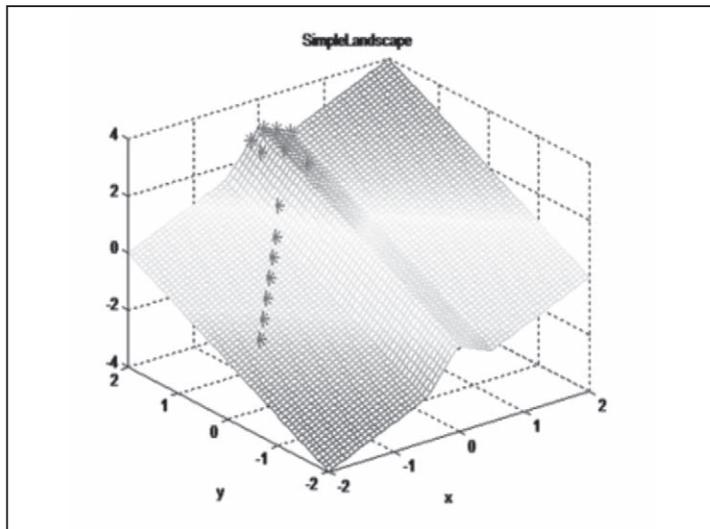


Figura 4d. Con el mismo paso grande se queda estancado en la cresta baja.

Por lo general no sabemos a priori cómo es el paisaje ni dónde están los montes: es terra incógnita. Lo que hacemos durante el entrenamiento es dejar que el robot explore el paisaje. Sin embargo cuando llega a una cima y se atasca, no podemos saber si hay montes más altos en el paisaje o no. Podemos reentrenar, o sea lanzar al robot a otro punto al azar y presentarle los ejemplos en otro orden

para que su trayectoria sea diferente y encuentre otra cima; pero usualmente no sabemos si habrá o no un monte más alto. Nos quedamos con el robot que llegó más alto, eso significa que las coordenadas de la cima a la que llegó serán los pesos de la red neuronal entrenada. Cada vez que entrenamos una red neuronal obtenemos otro programa diferente con características únicas, con ventajas y desventajas exclusivas.

El paisaje que hemos imaginado corresponde a una red neuronal con dos parámetros; en la práctica se usan cientos, miles, hasta millones de pesos, para esto tendríamos que imaginar paisajes en muchas dimensiones y nuestra imaginación no lo puede hacer. Pero este no es el problema fundamental por el cual no podemos entender la solución a la que llega este algoritmo, explicaré otras razones más importantes.

Lo primordial es que no hay un humano que esté controlando la trayectoria del algoritmo por lo tanto es autónomo. Hemos hecho un robot simple, con un objetivo, pero le abandonamos a su propia suerte para que explore un paisaje desconocido. Según los ejemplos que le presentemos explorará una zona del paisaje u otra. Aunque podemos darle más o menos muestras u otro conjunto distinto, nosotros no controlamos el contenido de los ejemplos, estos provienen del fenómeno (natural o social) que estemos modelando. El robot, interactuando con el paisaje, por sí solo, encontrará una solución que no sabíamos que existía. Entender a la red neuronal resultante equivaldría a entender íntimamente el fenómeno que estemos estudiando, si lo entendiéramos probablemente podríamos escribir una fórmula matemática directamente sin necesidad de entrenar a la red neuronal. Lo admirable de las redes neuronales es que nos permiten predecir el fenómeno sin que lo entendamos. Ergo, al terminar el entrenamiento terminamos con una tabla de números (los pesos) que no sabemos cómo interpretar.

En resumen, encontrar una fórmula capaz de modelar cualquier fenómeno con una red neuronal consiste en hallar los números que van en una tabla de pesos; eso se traduce directamente en un programa de computadora; esa tabla es código sintético escrito por una inteligencia no humana.

Código sintético

Comparemos un programa cualquiera, escrito por una persona en un lenguaje de programación como Python [figura 5 izquierda], con el código sintético de una red neuronal [figura 5 derecha] que es incomprensible.

- Cualquier programador de Python puede razonar y explicar, en el programa de la izquierda, por qué en una línea está un 1 y en otra un 0, pero nadie nos puede decir qué significa el 0.72 de aquí o el 0.03 de acá en una red neuronal.
- Si hay algún error, un programador puede hacer un cambio al Python y corregirlo; no así con la red neuronal, no sabemos qué número cambiar ni por cuánto. Tenemos que generar una nueva red sin ninguna certeza de que se arreglará el problema.
- Supongamos que cambiamos aleatoriamente el código en Python sobrescribiendo ceros en cualquier parte del programa, éste dejará de trabajar de inmediato; si lo hacemos a una red neuronal ésta seguirá trabajando, solo que su rendimiento se irá degradando paulatinamente a medida que la vamos destruyendo; como los sistemas biológicos que al sufrir daños moderados no se desploman sino que su rendimiento disminuye.
- Al programa en Python lo podemos separar en módulos funcionales, cada uno especializado en una tarea, mientras que con una red neuronal no sabemos qué módulos tiene o cómo está estructurada su lógica; esos conceptos no aplican.
- Al programa en Python lo podemos entender como un sistema lineal de causa-efecto; lo otro es una red de causas-efectos donde unas conexiones pesan más que otras y que trabajan en paralelo.
- En la red neuronal la solución emerge a nivel global como resultado del trabajo colectivo de todas las neuronas; el trabajo individual de una neurona es cualitativamente diferente a la del conjunto.
- Cuando le presentamos datos nuevos al programa en Python, sabemos que hará el trabajo para el cual fue programado; con la red neuronal solo tenemos una probabilidad de que haga la tarea que queremos.

Las redes neuronales rompen otro paradigma: el de que las computadoras hacen lo que se les programa y no se equivocan. Ahora no tenemos certidumbre de lo que harán, a sabiendas de que se equivoca de tanto en tanto. Esta inteligencia de máquina es el resultado de un proceso de aprendizaje autónomo.

Las redes neuronales y la computación inspirada en la biología

La historia de las redes neuronales artificiales comienza en 1943 cuando Walter Pitts, un matemático y Warren McCulloch, un neurofisiólogo, hicieron la primera caricatura matemática de una red de neuronas biológicas. (McCulloch y Pitts, 1943). Recordemos que las neuronas biológicas [figura 6] reciben señales de otras neuronas a través de sus dendritas; estas señales viajan al cuerpo (soma) de la neurona; a veces la neurona “dispara” una carga eléctrica que sale del cuerpo y se conduce por el axón hasta sus sinapsis donde, a su vez, se conecta con otras neuronas formando así redes de neuronas. Pues la caricatura matemática de una neurona [figura 1] es una fórmula que toma unos valores de entrada, que provienen

de otras neuronas, hace un cálculo y obtiene un resultado que, a su vez, alimenta a otras neuronas adyacentes.

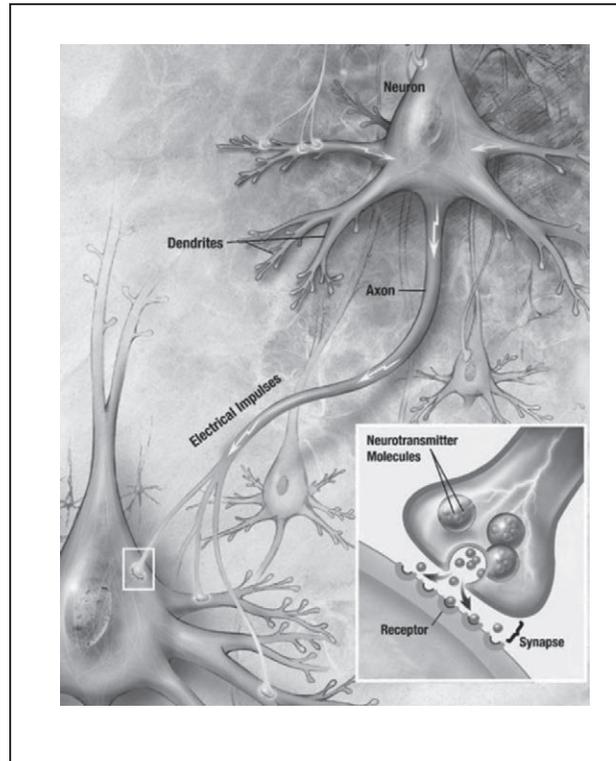


Figura 6. Neurona con sus dendritas, su axón y los impulsos electroquímicos que viajan en una sola dirección; detalle de la sinapsis donde las moléculas neurotransmisoras de una neurona encajan en los receptores de la siguiente neurona (National Institute on Aging, 2009).

Años más tarde, en 1957, el psicólogo Frank Rosenblatt construyó un aparato, basado en principios biológicos, el perceptrón, que podía aprender. Enseguida se usaron computadoras para simular al aparato y lograr que las redes neuronales aprendan. Pero no fue sino hasta 1986 cuando Rumelhart, Hinton y Williams encontraron un buen método para que las redes neuronales aprendan por sí mismas: la retropropagación.

Las propiedades matemáticas de una red neuronal dependen de cómo estén interconectadas sus neuronas. Se ha estudiado bastante aquellas que van conectadas en capas, donde todas las entradas alimentan a las neuronas de la primera capa y ésta alimenta a las neuronas de la segunda y así sucesivamente de forma ordenada y en una sola dirección [figura 7]. Cuando tienen cinco o más capas se denominan redes profundas y a su entrenamiento se lo llama aprendizaje profundo (deep learning). Los algoritmos para el

aprendizaje profundo apenas datan del 2006 iniciándose con los trabajos del Instituto Canadiense de Investigación Avanzada CIFAR (siglas en inglés). Las redes neuronales artificiales son el caballo de batalla de la inteligencia artificial hoy en día.

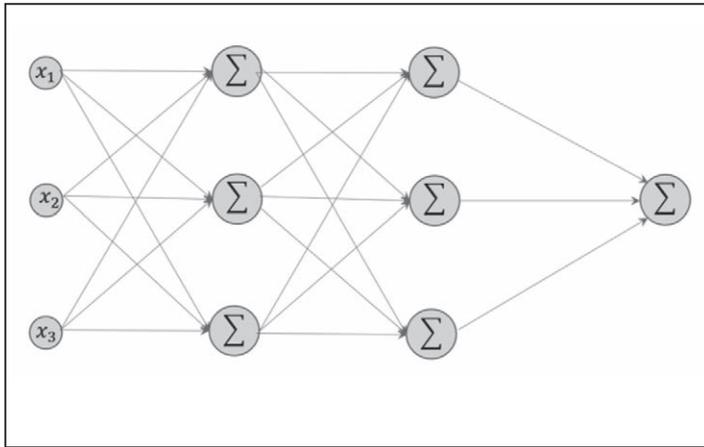


Figura 7. Perceptrón de dos capas, cuando tienen muchas capas se las llama redes profundas.

Un vistazo a las matemáticas

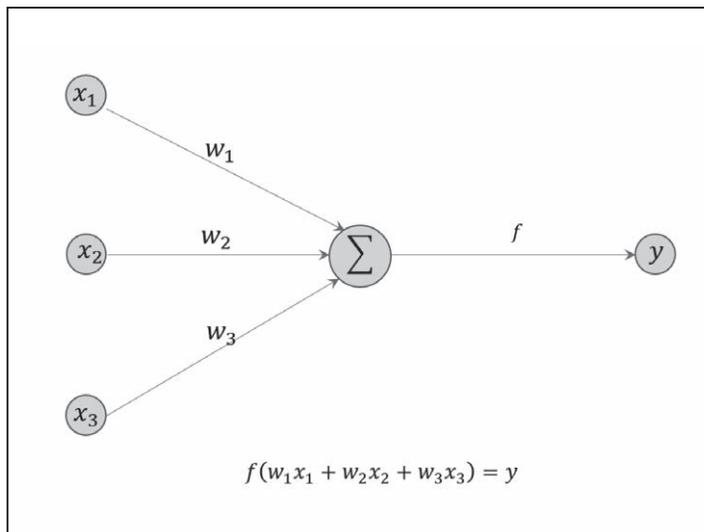


Figura 8. Red neuronal tipo perceptrón con una sola neurona y su fórmula correspondiente.

Ilustremos el funcionamiento de las redes neuronales y su entrenamiento con un ejemplo sencillo, un perceptrón de una sola neurona. En la figura 8 podemos ver su representación gráfica; en este caso la neurona tiene tres datos de entrada:

x_1, x_2, x_3 ; la conexión de una entrada con el cuerpo de la neurona tiene un peso el cual podemos imaginar que representa qué tan cercana o importante es esa conexión. El cuerpo de la neurona hace una suma ponderada de las entradas, multiplicando la entrada por el peso de su conexión y sumándolos entre sí: $w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3$.

La salida de la neurona es el resultado de esa suma pasada por una función de activación que transforma la suma en un valor que indica si la neurona dispara o no, o con qué intensidad dispara. La fórmula de este perceptrón es, por lo tanto:

$$f(w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3) = y.$$

Como podemos ver, si sabemos los valores de los pesos, también llamados parámetros, el cómputo de esta función es muy sencillo, la clave del asunto está en encontrar esos parámetros.

Entrenamiento supervisado

La forma más común de entrenar a una red neuronal es alimentándola de muestras, cada una de las cuales consta de dos partes: los valores o mediciones que se hayan observado y lo que podemos concluir de esa muestra. Por ejemplo, si los datos observados son los píxeles de una fotografía, la conclusión deseada es una palabra que describe su contenido: **gato**, **manzana**, **niño**. Otro ejemplo, para el análisis de sentimiento de las personas en las redes sociales usaremos como los datos observados a las palabras del texto que alguien ha escrito en una red social; la conclusión deseada es una clasificación **favorable**, **desfavorable** o **neutra** con respecto a un tema político o comercial. En muchos trabajos de aprendizaje automático la parte más costosa es conseguir este conjunto de muestras ya que deben ser etiquetadas manualmente, o sea una persona tiene que mirar la foto y etiquetarla (**gato**, **manzana**, etc.) o leer el texto de la red social y etiquetarlo como (**favorable**, **desfavorable**, etc.). Estas etiquetas se convierten en los blancos a los que debe apuntar la red neuronal cuando se le presente las observaciones de la muestra: le estamos diciendo “cuando veas una imagen como esta, escribe **gato**” o “cuando venga un texto como este, pon **favorable**”. Así le estaremos entrenando a la red neuronal con datos de entrada y la salida deseada.

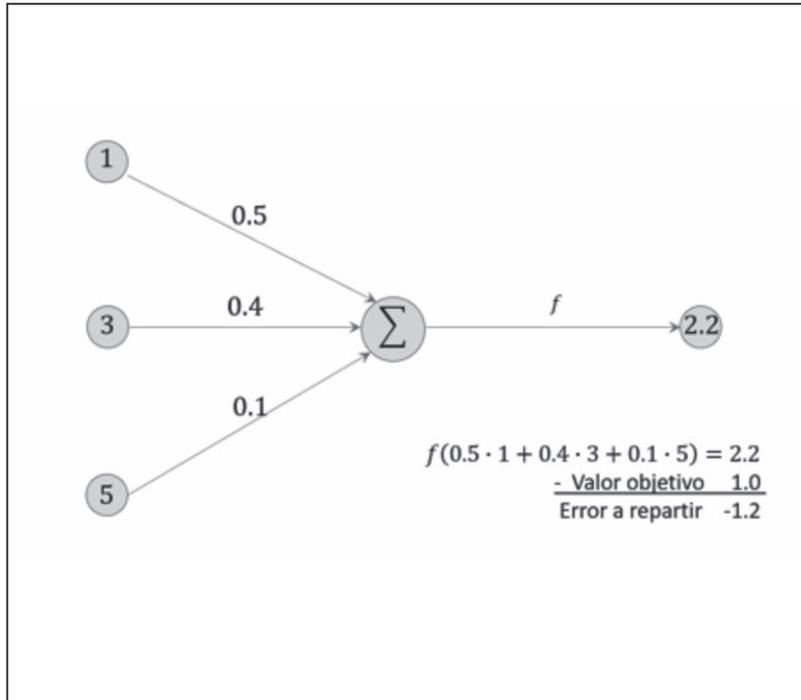


Figura 9. Alimentación de la red neuronal hacia adelante.

Supongamos que tenemos el perceptrón de la figura 9 al que se ha alimentado con tres números, 1, 3 y 5; el perceptrón arroja como salida 2.2, sin embargo, en los datos de entrenamiento consta que debería arrojar un 1, por lo tanto, el error es de -1.2. Aquí viene la parte crucial del entrenamiento: es necesario ajustar los pesos de la red (0.5, 0.4, 0.1) para disminuir el error pero ¿cuánto y en qué dirección? Usando la técnica de retropropagación, tomamos el error y lo adjudicamos a las conexiones que le llegan a la neurona de manera que la conexión que más pesa se lleve el ajuste más grande y así repartimos el error, proporcionalmente, entre todas las conexiones entrantes, aumentando o disminuyendo el peso de cada conexión. Dado que cada muestra que tomemos arrojará otro error y tendremos que hacer otro ajuste, conviene que éstos sean muy paulatinos y puedan converger a un valor estable; por esto la corrección que adjudicaremos será pequeña (se habla del tamaño del paso), en el ejemplo, el ajuste será de solo el 10% del error y así solo adjudicaremos 0.12 entre las conexiones y de forma proporcional a su peso; al hacerlo obtenemos los nuevos pesos de las conexiones (0.44, 0.35, 0.88) [figura 10]. Si hacemos esto con todas las muestras del conjunto de entrenamiento podríamos llegar a valores estables de los pesos (llegó a una cima) y decimos entonces que la red neuronal ha sido entrenada. Está lista para pasar a pruebas.

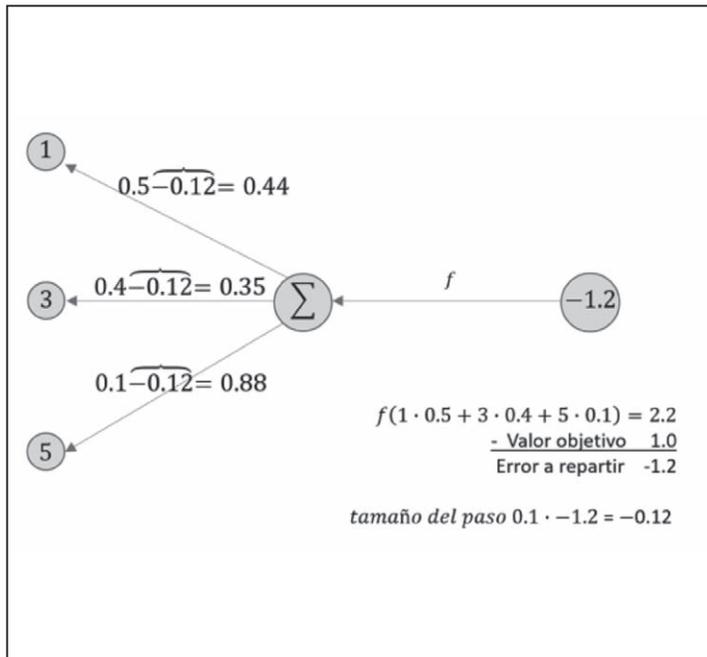


Figura 10. Aprendizaje con la técnica de retropropagación de los errores.

¿Cómo probar una red neuronal?

Se acostumbra a distinguir entre dos etapas de prueba, la primera consiste en tomar los mismos datos que usamos para entrenarla y comparar los resultados que arroja la red neuronal con las etiquetas que usamos para el entrenamiento. Aquí esperamos que los resultados no sean exactos pero que sean bastante acertados (se usan mediciones estadísticas precisas); si no lo son tendremos que regresar unos pasos atrás y tal vez al inicio del proyecto para replantear el problema, cambiar la cantidad de neuronas, cómo se conectan entre ellas, etc, pero así como está la red neuronal no cumple con las expectativas y debe ser descartada. En cambio si los resultados son positivos proseguimos a la siguiente etapa de prueba, que consiste en alimentar a la red con datos que no se usaron para su entrenamiento y comparar los resultados que arroja contra los esperados; esta es la prueba importante porque permite evaluar el poder de generalización de la red.

Lo que se busca es que la red neuronal encuentre patrones en los datos de entrenamiento que sean relevantes para instancias nuevas y así pueda generalizar su aprendizaje. Si la red es capaz de producir los resultados deseados con datos nuevos, equivocándose pocas veces entonces está lista para a su etapa de explotación. Lograr un 100% de exactitud con los datos de entrenamiento es fácil pero esto conlleva a muchos errores de generalización; lo que se quiere es buen rendimiento en condiciones nuevas. Aunque nunca sabremos de seguro lo que hará, nos conformaremos con resultados estadísticamente razonables.

Casos de uso

Aunque no podamos comprender cómo funcionan sus productos, ni podamos garantizar que siempre harán la tarea deseada, el aprendizaje automático es tan versátil y poderoso que se ha convertido en un arma crucial en la batalla entre compañías tecnológicas, partidos políticos y potencias militares. Se las usó exitosamente, como herramienta de ingeniería social, en la votación de Trump y del Brexit (Cadwalladr, 2017) cuando en las redes sociales se presentaron mensajes de contenido político apropiado para cada elector según sus características personales y sus inclinaciones políticas, religiosas, sexuales, etc. El aprendizaje automático se usa también en las ciencias físicas para detectar y descubrir partículas elementales, por ejemplo, en las ciencias médicas y en otros campos de las ciencias.

Ejemplo de aplicación médica

Cuando una red neuronal diagnostica cáncer en un paciente, el médico especialista no se conforma con saber el diagnóstico, quiere tener una justificación para él responsabilizarse del caso. Como el algoritmo no está diseñado para dar explicaciones de cómo llega a sus resultados (simplemente busca el diagnóstico más probable) los informáticos se ven obligados a escribir programas auxiliares que analicen los datos que se usaron para entrenar a la red neuronal y a partir de éstos elaborar algo que sirva para explicar las conclusiones a las que llegó la red. Los sistemas de IBM (Gil, 2017) por ejemplo, buscan las publicaciones en las revistas especializadas que pudieron tener más influencia en un diagnóstico automático específico y las presenta al médico; mientras que en la Universidad Técnica de Berlín (Müller, 2018) se desarrollan sistemas que ponen color a las zonas de una imagen del tejido del paciente que pudieron tener más influencia en el diagnóstico hecho por la red neuronal. Estos sistemas auxiliares son programas ad-hoc que no influyen en el funcionamiento de la red neuronal, son una especie de intérpretes que traducen la operación de la red neuronal al raciocinio humano; mientras que las áreas de aplicación del aprendizaje automático se expanden vertiginosamente, el desarrollo de estos intérpretes recibe muy poca atención.

Conclusión

El método empírico, que es una pieza fundamental del método científico, ahora está siendo invadido por la inteligencia de las máquinas al automatizar la elaboración de modelos matemáticos predictivos. Se los está produciendo masivamente para predecir fenómenos naturales, sociales y económicos.

Las redes neuronales son fórmulas matemáticas que pueden modelar cualquier fenómeno según los pesos de sus conexiones, los cuales se obtienen por un proceso de aprendizaje automático en base a ejemplos preparados manualmente.

No podemos alterar manualmente a una red neuronal, únicamente podemos descartarla y entrenar una nueva; solo tenemos control de los ejemplos que le ali-

mentamos para que aprenda de ellos; la máquina decidirá qué aspectos son los relevantes para hacer generalizaciones.

El aprendizaje automático es un caso, dentro de la inteligencia artificial, donde el código que produce no es escrito por un programador humano sino sintetizado por un proceso autónomo. Podemos, de manera aislada, entender un paso de este proceso, pero no el resultado en su conjunto; es como la frase “alverja llueve fugaz investidura” donde sí sabemos lo que significa cada palabra individualmente pero puestas juntas carecen de sentido.

Una red neuronal es una red de causas-efectos donde unas conexiones pesan más que otras, trabajan en paralelo y donde la solución emerge a nivel global como resultado del trabajo colectivo de todas las neuronas, sin que podamos comprenderlo en términos del razonamiento humano; se trata de inteligencia de máquina.

El aprendizaje de máquina otorga una gran ventaja competitiva a quienes la aprovechan, sea en el campo comercial, económico, político o militar. Es una tecnología naciente que ya está dejando una huella profunda en la civilización. El impacto positivo o negativo que tenga dependerá de cómo la utilicemos.

Referencias

- Cadwalladr, Carole. (2017). Follow the data: ¿does a legal document link Brexit campaigns to US billionaire? 14-05-2017. 30-01-2018, de The Guardian Sitio web: <https://www.theguardian.com/technology/2017/may/14/robert-mercer-cambridge-analytica-leave-eu-referendum-brexit-campaigns>.
- Gil, Darío. (2017, abril 27). Fronteras de la tecnología [disponible en YouTube, minuto 60]. Recuperado de <https://www.fundaciontelefonica.com/conferencias/tech-society-aspn/fronteras-de-la-tecnologia-por-dario-gil/>
- LeCun, Yann, Bengio, Yoshua y Hinton, Geoffrey. (2015). Deep learning. *Nature*, 521, 436-444.
- McCulloch, Warren y Pitts, Walter. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5, 115–137.
- Müller, Klaus-Robert. (2018, enero 17). Questioning AI: ¿what can scientists learn from artificial intelligence? [podcast minuto 8:50]. Recuperado de <https://www.theguardian.com/science/audio/2018/jan/17/questioning-ai-what-can-scientists-learn-from-artificial-intelligence-science-weekly-podcast>
- National Institute on Aging. *Drawing illustrating the process of synaptic transmission in neurons*. En Wikipedia. Recuperado el 1 de febrero de 2018 de https://en.wikipedia.org/wiki/File:Chemical_synapse_schema_cropped.jpg
- Rumelhart, David, Hinton, Geoffrey y Williams, Ronald. (1986). Learning representations by back-propagating errors. En *Neurocomputing: foundations of research* (696-699). Cambridge, MA, USA: MIT Press.
- Turing, Alan. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, 49, 433-460.

Estuvo Aquí

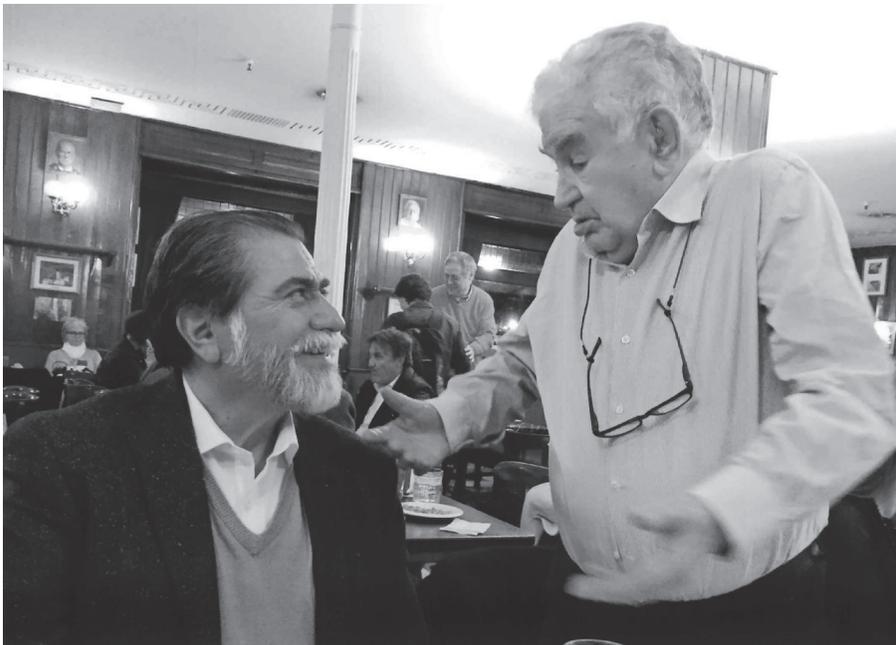
Con el presente número de *Anales*, damos inicio a la sección ESTUVO AQUÍ, donde se rendirá homenaje a personalidades de las ciencias, de las artes, del mundo académico y literario que nos visitaron durante el año calendario de su publicación.

Anales de la Universidad Central del Ecuador, se enorgullece de iniciar esta sección con la cimera figura del Premio Cervantes y Reina Sofía, el poeta español Antonio Gamoneda, a quien tuvimos la dicha de escuchar el día jueves 6 de abril del año 2017, en nuestro emblemático Teatro Universitario.

POETA con letras mayúsculas, poeta en toda la extensión de su vida y en la profundidad de su alma, para nosotros, para los sudamericanos que creíamos que la poesía se había marchado para siempre con Vallejo, Neruda y Borges, ha sido un verdadero júbilo reencontrar la poesía en manos de este poeta asturiano, nacido en Oviedo el año de 1931 y que ha vivido prácticamente toda su vida en la ciudad de León.

Antonio Gamoneda, reconoce que la muerte siempre le dio mucho miedo. Ahora menos —dice— pues “la muerte ya es de la familia”. Espíritu diáfano. Sencillo. Pleno de sabiduría y humor. Humilde, como corresponde a un verdadero poeta: estuvo aquí, Antonio Gamoneda.

Iván Oñate



Iván Oñate con Antonio Gamoneda, en el café Gijón de Madrid, 2017.

Después de veinte años

Cuando yo tenía catorce años
me hacían trabajar hasta muy tarde.
Cuando llegaba a casa,
me cogía la cabeza mi madre entre sus manos.

Yo era un muchacho que amaba el sol y la tierra
y los gritos de mis camaradas en el soto
y las hogueras en la noche
y todas las cosas que dan salud y amistad
y hacen crecer el corazón.

A las cinco del día, en el invierno,
mi madre iba hasta el borde de mi cama
y me llamaba por mi nombre
y acariciaba mi rostro hasta despertarme.

Yo salía a la calle y aún no amanecía
y mis ojos parecían endurecerse con el frío.

Esto no es justo, aunque era hermoso
ir por las calles y escuchar mis pasos
y sentir la noche de los que dormían
y comprenderlos como a un solo ser,
como si descansaran de la misma existencia,
todos en el mismo sueño.

Entraba en el trabajo.
La oficina olía mal y daba pena.
Luego, llegaban las mujeres.
Se ponían a fregar en silencio.

Veinte años.
He sido escarnecido y olvidado.
Ya no comprendo la noche
ni el canto de los muchachos sobre las praderas.
Y, sin embargo, sé
que algo más grande y más real que yo
hay en mí, va en mis huesos:

Tierra incansable,
firma la paz que sabes.
Danos nuestra existencia a nosotros mismos.

Antonio Gamoneda



Antonio Gamoneda en el Teatro Universitario

Instrucciones para la publicación de artículos en la Revista Anales

ANALES de la Universidad Central del Ecuador, primera revista de divulgación científica del país desde 1883, invita a la comunidad universitaria (investigadores, docentes y estudiantes, nacionales o extranjeros) a presentar artículos de investigación, ensayos y reseñas para su edición Nro. 374. Todos los escritos deberán seguir las normas que más adelante se detallan y remitirse a la siguiente dirección electrónica: revista.anales@uce.edu.ec.

ANALES es una publicación dirigida a difundir las ciencias, las tecnologías y las artes. Es un medio de promoción para sus investigadores y para invitados de las universidades nacionales e internacionales. Todos sus criterios editoriales se conforman de acuerdo con los requisitos académicos y editoriales de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT).

Instrucción para autores

Son requisitos indispensables para los colaboradores:

De contenido:

1. Todos los artículos, ensayos y reseñas deben ser originales y no haber sido publicados con anterioridad, así como no deben estar sometidos al mismo tiempo a dictamen en cualquier otro impreso. Además el autor cede los derechos exclusivos de publicación a la revista ANALES.
2. Los artículos o ensayos científicos deberán ser del área de las ciencias humanas y sociales, a saber: artículos referentes a análisis o polémicas sobre teorías contemporáneas, hechos sociales o debates actuales que enriquezcan y ofrezcan una nueva perspectiva teórica a las diversas disciplinas de las ciencias sociales; trabajos de divulgación científica resultado de investigaciones, que podrán ser estudios de caso, reflexión científica o ensayo científico; estudios de caso actuales o con una perspectiva histórica (regionales, nacionales o internacionales) que sean de interés general; análisis de teorías clásicas que permitan enriquecer las actuales. En el caso de las disciplinas estético-literarias deberán ser de actualidad y originalidad propias.
3. Es imprescindible entregar un resumen de una extensión de entre 100 y 150 palabras, además de anexas palabras clave del texto, todo en el idioma castellano e inglés.
4. Todos los trabajos serán sometidos a dictamen de pares ciegos a cargo del Consejo Editorial de ANALES de la Universidad Central del Ecuador, el cual está compuesto por prestigiados académicos de instituciones nacionales e internacionales. Cada trabajo será enviado a dos dictaminadores según el área de especialización disciplinaria que corresponda.
5. Los resultados de los dictámenes son inapelables.

6. Los procesos de dictamen están determinados por el número de artículos en lista de espera. El editor de la revista informará a cada uno de los autores del avance de su trabajo en el proceso de dictamen y edición en su caso.

7. Cada número de la revista se integrará con los trabajos que en el momento del cierre de edición cuenten con la aprobación de, por lo menos, dos árbitros o dictaminadores. No obstante, con el fin de dar una mejor composición temática a cada número, ANALES se reserva el derecho de adelantar o posponer los artículos aceptados.

8. La dirección editorial de la revista se reserva el derecho de hacer la corrección de estilo y cambios editoriales que considere necesarios para mejorar el trabajo.

9. Todo caso no previsto será resuelto por el Consejo Editorial.

De formato:

1. Se aceptarán trabajos con una extensión de hasta 11000 caracteres, máximo 20 páginas incluyendo gráficos, tablas, notas a pie de página y bibliografía, en tamaño de papel A4 (21x29.7), márgenes derecho, izquierdo, superior e inferior de 2.0 cm. Todo el texto debe estar escrito a doble espacio y alineado a la izquierda. El tamaño de letra debe ser 12 Times, estilo de fuente normal. Las reseñas deben tener una extensión de 3 a 5 páginas. ANALES de la Universidad Central del Ecuador (2015) Vol.1, No.373

2. Todas las colaboraciones deberán entregarse en archivo electrónico, en procesador Word, sin ningún tipo de formato, sangrías o notas automáticas.

3. En la portada del trabajo deberá aparecer el nombre completo del/los autor/es.

4. Los cuadros, tablas, gráficos y fórmulas deben presentarse agrupados al final del documento y en los programas informáticos correspondientes para diseño gráfico. En el texto se debe señalar el lugar dónde habrán de colocarse; asimismo, deben ser elaborados y enviados en archivos aparte en algún programa de hoja de cálculo, preferiblemente en Excel. Imágenes o fotografías deben enviarse con respaldo aparte (formato jpg de alta resolución).

5. Las notas a pie de página deberán ser únicamente aclaratorias o explicativas, es decir, han de servir para ampliar o ilustrar lo dicho en el cuerpo del texto, y no para indicar las fuentes bibliográficas, ya que para eso está la bibliografía. Cabe señalar que esta deberá contener las referencias completas de las obras de los autores que se citen en el cuerpo del texto, sin agregar otras que no sean citadas.

6. Las citas deberán usar el sistema APA.

7. La bibliografía debe estar escrita en el mismo sistema, ordenada alfabética y cronológicamente según corresponda. No usar mayúsculas continuas. Los apellidos y nombres de los autores deben estar completos, es decir, no deben anotarse sólo abreviaturas.

Título

El título debe ser claro, conciso y escogido cuidadosamente para reflejar el contenido del trabajo reportado. No utilizar abreviaturas.

Nombre(s) del autor(es) y afiliación(es)

Para listar autores del trabajo, poner el primer nombre y el/los apellido(s) de todos los investigadores que han hecho una sustancial contribución al trabajo. El nombre del autor principal irá en primer lugar y al final el nombre del tutor, o director del proyecto. Deben omitirse todos los títulos, ocupaciones y grados académicos como: Prof., Coord., Lcdo., MSc, PhD. Después de los autores poner la afiliación (nombre y dirección de la institución) de cada uno y con letras superíndices relacionar la afiliación con los autores. Señalar el contacto o a quien va dirigida la correspondencia con un asterisco (*) sobre el apellido y agregar el correo electrónico. Si el autor a quien va dirigida la correspondencia ya no está en la institución donde el trabajo fue realizado, colocar la dirección actual como una nota al pie de página marcada con un asterisco (*).

Resumen

Todos los manuscritos deben tener un resumen del trabajo realizado. Contiene una clara indicación del objetivo, los resultados más importantes y las conclusiones para que los lectores puedan determinar si el texto completo será de su interés. Debe estructurarse en un solo párrafo, no debe exceder las 200 palabras.

Palabras claves

Colocar de tres a cinco palabras claves

Title

Poner el título del manuscrito en inglés. A continuación colocar la palabra "Abstract". Y escribir el contenido del resumen en inglés. Después, escribir "Key words". Y poner las palabras claves en inglés.

Envío de trabajos:
ANALES Universidad Central del Ecuador
Quito - Ecuador
Telf.: (+593 7) 2526493-Ext. 12
Correo electrónico: revista.anales@uce.edu.ec



Esta edición que consta de 1.000 ejemplares en papel bond de 75 grs., se terminó de imprimir el 25 de junio de 2018, siendo Rector de la Universidad Central del Ecuador el señor Dr. Fernando Sempértégui Ontaneda, PhD. y Directora de Comunicación y Cultura, MSc. Ivanova Nieto Nasputh.