eUTOPíA

REVISTA DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES PARA EL BACHILLERATO

Valores y humanismo en la enseñanza de las Ciencias Experimentales

Medición con TIC de la velocidad del sonido en el aire

¿Cómo imaginar el futuro de la Antártida?

TRAVESIAS
Lucha libre fronteriza

Didáctica de las Ciencias Experimentales

INSTITUTO DE FOTOGRAFÍA DEL NOROESTE

Cuarta época
Año 9
Número 25
julio-diciembre 2016

9 771870 813700

eUTOPíA
REVISTA DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES PARA EL BACHILLERATO

Contenido

Presentación 6
Jesús Salinas Herrera

El renacimiento de la didáctica. 7
Gregorio Campos Huichán

12 **La metodología científica como sugerencia didáctica.**
Severo Francisco Javier Trejo Benítez
Ricardo Arturo Trejo De Hita

¿Didáctica específica de las disciplinas? 21
Humberto Lisandro Salinas López

29 **Emprendedurismo y cultura científica para la formación integral.**
Ernesto Márquez Fragoso

Valores y humanismo en la enseñanza de las Ciencias Experimentales. 39
Elisa Silvana Palomares Torres

45 **No podemos mejorar lo que no podemos medir.**
Saturnino Juan López y Gamiño

La lectura crítica de las cuestiones socio-científicas en los medios de comunicación. 53
Jorge Meinguer Ledesma

62 **Leer ciencia en el bachillerato.**
Adriana Hernández Jiménez
Antonio Guzmán López

TRAVESÍAS 69
Lucha libre fronteriza
Instituto de Fotografía del Noroeste

77 **Recursos tecnológicos para la reflexión y el aprendizaje de conceptos físicos en el bachillerato.**
Jesús Salinas Herrera
Ulises Alfonso Salinas Hernández

La medición de la constante de aceleración gravitacional en el siglo XVII. 85
Yuri Posadas Velázquez

93 **La relación estructura-propiedad a través del desarrollo de habilidades de pensamiento.**
María del Rosario Olguín González
Ana María Hernández Sanabria
Adolfo E. Obaya Valdivia

Medición con TIC de la velocidad del sonido en el aire. 101
Gonzalo Víctor Rojas Cárdenas

106 **Reorientando el uso de las TIC en Química.**
Ángeles Adriana Reyes Álvarez
Isidro Enrique Zepeda Ortega

Desarrollo de habilidades de pensamiento científico con los elementos químicos. 115
Ana María Hernández Sanabria
María del Rosario Olguín González
Adolfo Eduardo Obaya Valdivia

121 **El relato como estrategia para la enseñanza de los niveles de organización en los sistemas vivos.**
Luz Angélica Hernández Carbajal
Celso Miguel Luna Román

ABP: una alternativa en la enseñanza. 131
Jannet Díaz Velázquez
Patricia Covarrubias Papahiu

142 **La investigación social en psicología: herramienta para la didáctica de las Ciencias Experimentales.**
Marco Antonio González Villa

Cómo imaginar el futuro de la Antártida desde la literatura. 146
Luis Arturo Méndez Reyes

eUTOPíA
REVISTA DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES PARA EL BACHILLERATO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Enrique Graue Wiechers
RECTOR
Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
SECRETARIO GENERAL
Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
SECRETARIO ADMINISTRATIVO
Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa
SECRETARIO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL
Dr. César Iván Astudillo Reyes
SECRETARIO DE ATENCIÓN A LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA
Dra. Mónica González Contró
ABOGADA GENERAL
Mtro. Néstor Martínez Cristo
DIRECTOR GENERAL DE COMUNICACIÓN SOCIAL

Dr. Jesús Salinas Herrera
DIRECTOR GENERAL
Ing. Miguel Ángel Rodríguez Chávez
SECRETARIO GENERAL
Lic. José Ruiz Reynoso
SECRETARIO ACADÉMICO
Lic. Aurora Araceli Torres Escalera
SECRETARIA ADMINISTRATIVA
Lic. Delia Aguilar Gámez
SECRETARIA DE SERVICIOS Y APOYO AL APRENDIZAJE
Mtra. Beatriz A. Almanza Huesca
SECRETARIA DE PLANEACIÓN
Dra. Gloria Ornelas Hall
SECRETARIO ESTUDIANTIL
Dr. José Alberto Monzoy Vásquez
SECRETARIO DE PROGRAMAS INSTITUCIONALES
Lic. María Isabel Gracida Juárez
SECRETARIA DE COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL
M. en I. Juventino Ávila Ramos
SECRETARIO DE INFORMÁTICA

eUTOPíA
REVISTA DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES PARA EL BACHILLERATO

DIRECTOR
Jesús Salinas Herrera

EDITORA
María Isabel Gracida Juárez

CONSEJO EDITORIAL
Armando Cíntora Gómez
Carlos Guerrero Ávila
Arcelia Lara Covarrubias
María Estela Ruiz Larraguivel
Ernesto A. Sánchez Sánchez
Ambrosio Velasco Gómez

COORDINACIÓN EDITORIAL
Arcelia Edith Ugarte Jaime

EDICIÓN
Jorge Flores Figueroa

CORRECCIÓN
Andrea Gallardo Ocampo

FOTOGRAFÍA
Archivo Histórico Fotográfico del CCH

Gregorio Campos Huichán
Licenciado en Psicología, pasante de maestría en Psicología por la UNAM y diplomado PAAS V. Profesor de Asignatura "B" Definitivo adscrito al CCH, Plantel Oriente con una antigüedad académica de 42 años. Ha diseñado e impartido diversos cursos para la formación de profesores, así como coordinado actividades de grupos de tutores y se ha desempeñado como tutor desde el ciclo 2000-2001 hasta 2012, ha formado tutores en su plantel. Consejero Técnico CCH en el ciclo 2004-2010. Miembro de la Comisión Especial para la Examinación del Documento Base para la Actualización de los Programas de Estudio.

Severo Francisco Javier Trejo Benítez
Licenciado en Biología, maestro en Ciencias (medalla Gabino Barreda y catedra Dr. Carlos Graef Fernández) y diplomado en Docencia por la Facultad de Ciencias, UNAM. Profesor Titular "C", PRIDE "C", en el CCH, Plantel Sur y docente en la Facultad de Ciencias con una antigüedad académica de 44 años. Ha publicado 25 libros y manuales, dirigido 5 tesis profesionales y sido jurado en 47 exámenes profesionales. Expositor de 60 conferencias, Miembro del comité editorial del CCH UNAM.

Ricardo Arturo Trejo De Hita
Ingeniero Químico, maestro en Ingeniería Ambiental por la Facultad de Ingeniería, UNAM y diplomados en Matemáticas y en Desarrollo de habilidades y enseñanza con TIC. Profesor Asociado "C" de Tiempo Completo adscrito al CCH, Plantel Sur; docente en la Facultad de Química. Ha publicado paquetes didácticos en el CCH Sur, desarrollado estrategias didácticas con uso de TIC y material audiovisual.

Humberto Lisandro Salinas López
Ingeniero Bioquímico por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN y Maestro en Docencia por el CISE, UNAM. Especialización en Biotecnología por el Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM. Profesor adscrito al CCH, Plantel Vallejo. Egresado de la primera generación del PAAS. Formador de profesores en una diversidad de tópicos y temáticas.

Ernesto Márquez Fragoso
Ingeniero en Biotecnología por el IPN, maestro en Enseñanza Media Superior y Superior (área de Matemáticas) por la Universidad Marista y pasante en la maestría en Educación de la Universidad La Salle. Profesor de Carrera de Tiempo Completo, Asociado "C" Interino adscrito al CCH, Plantel Sur. Ha sido becario del Taller para profesores latinoamericanos de Ciencias en la Universidad de California, publicado el manual Matemáticas, Creatividad e Innovación, dirigido un Seminario de apoyo a profesores, participado como miembro en el Proyecto del Examen Diagnóstico Académico (EDA) y en proyectos de evaluación en DGIRE.

Elisa Silvana Palomares Torres
Licenciada en Historia, maestra y doctora en Filosofía de la Ciencia por la UNAM. Profesora de Carrera Asociada "C" de Tiempo Completo adscrita al CCH, Plantel Sur. Obtuvo la Segunda Mención Honorífica "Luis González" Colegio de Michoacán por su tesis de licenciatura en 2007. Ha realizado estancias de investigación en el CSIC en Madrid, España. Es autora de varios artículos y capítulos de libros.

Saturnino Juan López y Gamiño
Licenciado en Ingeniería Química por la Facultad de Química, UNAM. Profesor de Asignatura "B" Definitivo adscrito al CCH, Plantel Azcapotzalco.

Jorge Meinguer Ledesma
Licenciado en Química por la Facultad de Química, maestro en Docencia para la Educación Media Superior y candidato a doctor en Filosofía de la Ciencia, UNAM. Profesor de Asignatura Interino adscrito al CCH, Plantel Sur. Ha sido asesor en las asignaturas de Práctica Docente II y III del posgrado MADEMS-Química, UNAM.

Adriana Hernández Jiménez
Licenciada en Ciencias de la Comunicación y en Estudios Latinoamericanos y maestra en Estudios Latinoamericanos, UNAM. Profesora de Asignatura adscrita al CCH, Plantel Azcapotzalco.

Antonio Guzmán López
Maestro en Docencia para la Educación Media Superior por la UNAM. Profesor de Carrera Titular "C" de Tiempo Completo adscrito al CCH, Plantel Azcapotzalco.

Jesús Salinas Herrera
Licenciado en Física y Matemáticas por el IPN, maestro en Filosofía de las Ciencias Naturales por la UAM y Doctor en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa por el CINVESTAV, IPN. Profesor Titular "C" PRIDE D, adscrito al CCH, Plantel Vallejo. Ha coordinado diversos seminarios de Epistemología y Filosofía de las Matemáticas y diferentes programas de formación y actualización de profesores de la UNAM, como el Programa de Actualización y Superación del Personal Docente del Bachillerato (PAAS), el Programa de Integración Docencia e Investigación (PIDI), entre otros. Actualmente es tutor de MADEMS y miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I.

Ulises Alfonso Salinas Hernández
Licenciado en Física por la UNAM, maestro en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa del Departamento de Matemática Educativa por el CINVESTAV-IPN y doctorando por el mismo departamento. Profesor adscrito al CCH, Plantel Sur. Profesor invitado en la "École des sciences de l'éducation" de la Université Laurentienne de Ontario, Canadá (del 24 Octubre al 25 Diciembre del 2015). Ha presentado artículos de investigación en diversos congresos internacionales.

Yuri Posadas Velázquez
Licenciado en Física por la Facultad de Ciencias, UNAM. Profesor Definitivo adscrito al CCH, Plantel Oriente. Coautor de tres artículos publicados en revistas científicas y de divulgación y autor de libros para el bachillerato. Ha presentado ocho trabajos ante el Comité de Pares del CCH con arbitraje positivo.

eUTOPíA
REVISTA DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES PARA EL BACHILLERATO

Eutopía.
Revista del Colegio de Ciencias y Humanidades para el bachillerato, *cuarta época, año 9, número 25, julio-diciembre de 2016*. Es una publicación gratuita y semestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México, a través de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, Insurgentes Sur y Circuito Escolar s/n, Cd. de México, Tel. 5622 0025,.
URL: http://www.cch.unam.mx/comunicacion/eutopia
Correo electrónico: eutopiacch@yahoo.com.mx
Editora responsable: María Isabel Gracida Juárez. Certificado de Reserva de Derechos al uso Exclusivo del Título No. 04-2016-041813321600-203. ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de éste número: María Isabel Gracida Juárez, Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, Insurgentes Sur y Circuito Escolar s/n, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, CP 04510, Cd. de México, Tel. 5622 0025. Fecha de última modificación noviembre 2016.

La responsabilidad de los textos publicados en *Eutopía* recae exclusivamente en sus autores y su contenido no necesariamente refleja el criterio de la Institución. 2007 ©

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, INCLUYENDO CUALQUIER MEDIO ELECTRÓNICO O MAGNÉTICO, CON FINES COMERCIALES.

Favor de dirigir correspondencia y colaboraciones a *Eutopía,* Dirección General del CCH, 1er piso, Secretaría de Comunicación Institucional, Insurgentes Sur y Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, CP 04510, Tel. 5622 0025.
eutopiacch@yahoo.com.mx

Ana María Hernández Sanabria
Licenciada en Química por la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y maestrante en Docencia para la Educación Media Superior-Química, UNAM. Profesora de Asignatura "B" Definitiva adscrita al CCH, Plantel Azcapotzalco con una antigüedad académica de 14 años. Ha impartido cursos para profesores y dictado 16 ponencias en congreso y simposios nacionales, cuenta con publicaciones en revistas nacionales e internacionales, actualmente desarrolla trabajos relacionados con metodología científica, evaluación y el uso de TIC.

María del Rosario Olguín González
Licenciada en Química por la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y maestra en Ciencias por la Facultad de Química, UNAM. Profesora de Asignatura "B" Definitiva adscrita al CCH, Plantel Azcapotzalco con una antigüedad académica de 14 años. Cuenta con más de 960 en cursos de actualización y formación docente. Ha sido asesora de alumnos en diversos concursos y foros como el Concurso Universitario Feria de las Ciencias y la Olimpiada Metropolitana de Química así como dictado charlas de divulgación y ponencias en diversos foros además de impartir cursos de formación para profesores.

Adolfo Eduardo Obaya Valdivia
Doctor en Educación por la Baylor University. Profesor Titular "C" adscrito al FES-Cuautitlán con una antigüedad académica de 34 años. Ha impartido más de 40 cursos y diplomados para profesores y dictado 60 ponencias en congresos y simposios nacionales e internacionales. Cuenta con más de 50 publicaciones en trabajos relacionados con la educación en Química. Actualmente trabaja en la profesionalización de docentes del bachillerato en programa de MADEMS.

Gonzalo Víctor Rojas Cárdenas
Licenciado en Física y Matemáticas por la ESFM-IPN, maestro en Ciencias (Física) por la UAM-Iztapalapa y estudios parciales de Doctorado en Ciencias (Física). Profesor de Asignatura "B" adscrito al CCH, Plantel Oriente y titular de tiempo parcial en el Departamento de Física de la UAM-Iztapalapa.

Ángeles Adriana Reyes Álvarez
Ingeniera Química en Alimentos por la Facultad de Ingeniería, UNAM y diplomado en TIC para la educación. Profesora de Asignatura "A" adscrita al CCH, Plantel Sur con una antigüedad académica de 10 años. Imparte las materias de Química I y II, y Biología I y II.

Isidro Enrique Zepeda Ortega
Maestro en Ingeniería de Sistemas por la UNAM y doctorando en el IPN. Profesor Definitivo "B" adscrito al CCH, Plantel Sur con una antigüedad académica de 12 años. Diplomados en TIC para la educación, Gestión de ambientes educativos por medio de TIC, Aplicaciones de las TIC para la enseñanza.

Luz Angélica Hernández Carbajal
Doctora en Filosofía de la Ciencia por la UNAM. Profesora de Carrera Asociado "B" adscrita al CCH, Plantel Oriente con una antigüedad académica de 15 años. Ha sido asesora en línea para B@UNAM, impartido cursos en licenciatura y posgrado en la UAM-Iztapalapa. Participado en proyectos de investigación durante el doctorado y llevó a cabo una investigación sobre aprendizaje informal a través de equipos interactivos en museos de Ciencias.

Celso Miguel Luna Román
Licenciado en Biología por la UAM-Iztapalapa. Profesor de Asignatura "A" Definitivo adscrito al CCH, Plantel Oriente con una antigüedad académica de 5 años. Ha sido asesor a distancia en B@UNAM y colaborado en la elaboración de actividades experimentales, prácticas de campo, sitios web y en la implementación de cursos de Biología en plataforma moodle. Ha diseñado un banco de reactivos y elaborado materiales didácticos interactivos para el Portal Académico y proyectos experimentales con alumnos .

Jannet Díaz Velázquez
Maestra en Docencia en el nivel medio superior en Biología por la FES-Iztacala, UNAM. Profesora de Asignatura Interina adscrita al CCH, Plantel Azcapotzalco con una antigüedad académica de 8 años. Ha participado en seminarios de trabajo realizando estrategias de enseñanza aprendizaje y en cursos sabatinos, elaboración de exámenes extraordinarios. Actualmente es tutora de dos grupos, da asesorías .

Patricia Covarrubias Papahiu
Licenciada en Psicología por la Facultad de Psicología y Doctora en Pedagogía por la Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. Profesora Investigadora de la FES-Iztacala, UNAM. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Socia del Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE). Imparte materias relacionadas con la Evaluación y Planeación Educativa, la Función del Docente en los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje, Psicopedagogía de la Enseñanza y el Aprendizaje, Desarrollo de Habilidades Metacognitivas, Desarrollo del Adolescente, entre otras. Sus actividades de docencia e investigación en el nivel de licenciatura, maestría y doctorado son en las áreas de Desarrollo y Educación.

Marco Antonio González Villa
Licenciado en Psicología por la UNAM, maestro en Ciencias de la Educación por la UDEM, pasante de maestría en Psicología Social de Grupos e Instituciones por parte de la UAM y Especialidad en Competencias Docentes por la UPN. Profesor de Asignatura adscrito al CCH, Plantel Naucalpan; docente en la Licenciatura en Psicología en la FES-Iztacala. Coordinador de Orientación Educativa e Investigador y Psicoterapeuta.

Luis Arturo Méndez Reyes
Doctor en Administración Pública por la UNAM realizó una estancia posdoctoral en la Maestría en Ciencias de la Educación en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Profesor de Asignatura adscrito al CCH, Plantel Oriente y Técnico Académico Titular "C" de Tiempo Completo en la Biblioteca Guillermo Haro del Plantel Oriente; docente en la licenciatura en Administración Pública de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM. Ha impartido clases de posgrado y dictado conferencias sobre temas ecológicos y educativos en varias universidades del país. Autor de un cuento científico sobre la problemática del agua y los bosques, en el Tomo IV, del libro Estampas de la Ciencia, publicado por el FCE y otras publicaciones en revistas impresas y electrónicas.

PRESENTACIÓN

Alfabetización científica

Para nadie resulta ya una novedad escuchar que, tanto la ciencia como la tecnología son factores de inclusión o exclusión social. La escuela, entre otros espacios educativos, debe fomentar cada día más y con mayor rigor una alfabetización científica que conjugue los aspectos conceptuales con los procedimentales y afectivos para conseguir del alumnado, no sólo el interés por la ciencia sino también el aprecio de ésta para promover distintos recursos de innovación.

El aula, en donde se enseña ciencia, deberá lograr mediante variados procesos y momentos, que haya ciudadanos con sentido crítico capaces de preguntarse a diario sobre la veracidad de distintas afirmaciones de sus profesores, de los libros de texto o de las fuentes de información tanto impresas como digitales y audiovisuales que consultan con el propósito natural de conseguir, en el día a día, ser autónomos en la búsqueda de la información, es decir, una parte de la alfabetización científica, el logro de un factor esencial del desarrollo del alumnado en sus distintos grados de estudio.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos, "…la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos: todos necesitamos utilizar la información científica para realizar opciones que se plantean cada día; todos necesitamos ser capaces de implicarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología; y todos merecemos compartir la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural".

Al pensar en el alumnado del bachillerato, pocas veces se insiste en la importancia del mundo afectivo como un elemento central para la consecución no sólo de conceptos y habilidades, sino de una visión del mundo más integral que favorece actitudes y prácticas democráticas que van más allá de las aulas y laboratorios para convertirse en ciudadanía. El trabajo del profesorado es esencial, como lo es el de las instituciones para promover en los estudiantes una investigación científica que permita diferenciar la evidencia científica de la opinión personal para que, de acuerdo con Hodson, se transite por tres momentos clave: aprender ciencia, aprender acerca de la ciencia y hacer ciencia. Es decir, adquirir conocimientos, métodos y experiencias que permitan el aprecio e interés del mundo que habitan.

En síntesis, adquirir una alfabetización científica práctica, cívica y cultural que cohesione conocimientos con situaciones y relaciones para la toma fundamentada de decisiones, así como la importancia de desarrollar actividades en el aula que amplíen el repertorio de experiencias del alumnado sobre el entorno y el mundo a su alcance de acuerdo con la secuenciación, complejidad y novedad que tendrán como punto de partida el conocimiento disciplinario y la experiencia didáctica del profesorado para conseguir el desarrollo del conocimiento científico y el interés del estudiantado; nuevas estrategias para aprender, formas de evaluar y nuevas maneras de intervención en el aula serán los elementos para una potencial competencia científica.

El número 25 de la revista *Eutopía* es una invitación para abordar, desde diversas miradas, el objetivo de garantizar un alumnado que se desempeñe mejor en la sociedad contemporánea del conocimiento.

Dr. Jesús Salinas Herrera
Director General del Colegio de Ciencias y Humanidades

EL RENACIMIENTO de LA DIDÁCTICA

Recibido: 2/09/2016
Aprobado: 26/09/2016

Gregorio Campos Huichán

Resumen

Este trabajo presenta una revisión de los conceptos de didáctica y de la didáctica de las ciencias experimentales, señalando su importancia para desarrollar un pensamiento didáctico amplio en el profesorado, que le permita rescatar la tradición pedagógica de formar al estudiante integralmente y no sólo convertirlo en aprendiz de contenidos específicos.

Se destaca la importancia de un modelo actualizado para la enseñanza de ciencias y se sugiere el perfil de un nuevo docente.

Palabras clave: Didáctica, didáctica de las ciencias experimentales.

Abstract

This paper presents a review of the concepts of general didactic and didactics of the experimental sciences, noting its importance to develop a broad educational thought in the faculty that allows rescue the pedagogical tradition to train students comprehensively and not just make apprentice specific contents.

The importance of an updated model for teaching science and suggests a new teacher profile stands out.

Keywords: *Didactic, didactics of experimental sciences.*

Abordar el tema de la didáctica de las ciencias experimentales reclama precisar el concepto mismo de didáctica y cuál es, o debería ser, su sentido dentro de la práctica docente. A continuación reflexionaremos sobre éste en un afán de iniciar un debate sobre su importancia en las prácticas educativas.

Comenio en su *Didáctica Magna* (1630) consideró a la didáctica como el arte de enseñar que incluía también el arte de aprender (Matética), no se limitaba a enseñar contenidos específicos ni consideraba al alumno como un agente epistémico. Para Comenio la didáctica refiere sobre cómo disponer y llevar a cabo la situación de enseñanza, para facilitar que el alumno se acerque y acceda al conocimiento, tomando en consideración los diferentes grados de formación y desarrollo en que se encuentra. Se refirió a un conocimiento válido y legítimo, sin descuidar la secuenciación de los contenidos (lo curricular). Si bien, el propósito de la didáctica era "enseñar bien", es decir, que alguien aprenda de un modo rápido, agradable y sólido (íntegro y aplicable), "mal enseña" quien conduce hacia las ciencias de un modo lento, molesto e incompleto. Se ponía especial atención a la formación de la persona y no sólo al aprendizaje de contenidos. La didáctica era "el artificio universal para enseñar todas las cosas a todos, con rapidez, alegría y eficacia" (Comenio, 1971, pp. 109-115).

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2015

Estas ideas de Comenio fueron retomadas en Francia, Alemania y los Países Bajos, cosa que no ocurrió en el mundo anglosajón en donde se puso énfasis en lo curricular y en la psicología educativa (Runge, 2013). En México, por influencia del modelo anglosajón, está cancelado el debate sobre la didáctica, ésta ha sido sustituida por la construcción de estrategias de aprendizaje en el aula (Díaz Barriga, 2009). Como en el resto de América Latina, la didáctica ha sido ignorada por las políticas educativas estatales, reduciéndola a aspectos metodológicos e instrumentales.

¿Qué es la didáctica?

Diversos autores coinciden en señalar que la didáctica es una disciplina subordinada a la Pedagogía, con carácter de ciencia, arte, tecnología y de naturaleza teórico-práctica. Su principal objeto de estudio es el proceso de enseñanza-aprendizaje y tiene como finalidad la optimización del aprendizaje, el desarrollo intelectual del estudiante y su integración a la cultura (Escudero, 1980; Mallart, 1998; Zabalza, 1993; Runge, 2013).

En cuanto a su naturaleza teórico práctica se propone que partir de las prácticas en el aula se construyen teorías que elaboren correcciones a tales prácticas. Ambas se articulan mutuamente y permiten incrementar el conocimiento de su objeto de estudio.

Con respecto al desarrollo intelectual del alumno, como una de las finalidades de la didáctica, se hace referencia a la formación y perfeccionamiento de habilidades cognitivas como: comprensión, memoria, clasificación, solución de problemas, flexibilidad, análisis, síntesis, toma de decisiones,

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2000

pensamiento crítico y creatividad. No basta con transmitir la cultura solamente, sino que se debe enseñar a utilizar consciente e inteligentemente las posibilidades de cada uno para beneficio de su propio aprendizaje (Mallart, 1998).

Puede hablarse de didáctica no sólo en un contexto curricular o institucional sino en todas las situaciones susceptibles de planificación y desarrollo. Si estamos de acuerdo con la anterior caracterización de la didáctica, tenemos que reconocer que gran parte de los profesores carecemos de una formación didáctica, lo cual nos coloca en una posición de aplicadores de métodos, limitados para crear situaciones de aprendizaje. Desde luego que en esta posición se reduce nuestra comprensión del proceso enseñanza-aprendizaje, además de que poco colaboramos en la formación intelectual de nuestros alumnos.

De aquí la importancia de iniciar una reflexión profunda sobre la necesidad de la formación didáctica en el profesorado y de recuperar la tradición pedagógica, la cual desde Quintiliano (Siglo I d.C.) ya se educaba en ideales altruistas y en la formación de la conciencia del ciudadano (*Institutio Oratoria*); en la época de Cicerón la educación era sinónimo de cultivo del espíritu, de valores humanos, de cultura (La *humanitas*). En general, esta tradición se ocupa no sólo de enseñar las disciplinas, sino también de aspectos de socialización, de desarrollar el pensamiento crítico, de atender aspectos morales, se cuestiona de dónde vienen tales o cuales contenidos, se busca la emancipación de la persona, no se reduce al alumno a ser un agente epistémico, entre otras cosas (Runge, 2013).

Díaz Barriga (2009) ha insistido recientemente en que reflexionar sobre el sentido de la didáctica en la formación docente guarda una estrecha relación con buscar respuesta a la eterna pregunta: ¿Para qué se educa?

Por otra parte, Andrés Runge (2013) reconoce que la didáctica pone a los docentes ante un asunto sobre el cual reflexionar (a quién, qué, cómo, con quiénes, con qué, dónde, cuándo y para qué enseñar) y los invita a que asuman un rol de enseñantes reflexivos y de teóricos de la enseñanza de manera que puedan llevar a cabo su quehacer de manera responsable.

Didáctica de las Ciencias Experimentales

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2009

Se considera a la didáctica de las ciencias experimentales como una disciplina práctica emergente que se incluye en el campo más amplio de las didácticas específicas, las cuales a su vez se incluyen en la didáctica general. Como didácticas específicas se han desarrollado la de la música, de las matemáticas, de las lenguas extranjeras, entre otras.

Dentro de la didáctica general se inició, a partir de los ochenta, un movimiento en contra de la visión cuantitativa y simplificadora que consideraba que la enseñanza causa el aprendizaje, dando lugar a enfoques más holísticos. Se propusieron metodologías cualitativas y se valoraron los significados construidos por profesores y alumnos como variables mediadoras en el proceso enseñanza-aprendizaje (Toulmin,1977).

Estas aportaciones influyeron en la manera de enseñar las ciencias; si anteriormente se buscaba trasladar a las aulas una visión positivista del método científico, ahora se pretende considerar las variables mediadoras que intervienen, como son las concepciones previas de alumnos y profesores, así como el contexto escolar (Pérez Gómez y Gimeno, 1988; Porlan, 1989). Por lo tanto, el profesor de ciencias ha de contribuir, desde su disciplina, a la formación de una cultura científica en sus alumnos; lo que implica poner atención a la formación de valores relacionados con el vínculo ciencia, sociedad y tecnología; aplicar el conocimiento científico para mejorar la calidad de vida del alumno; democratizar el uso social y político de la ciencia.

Otro aspecto a tomar en cuenta dentro de la didáctica de las ciencias experimentales está relacionado con la adopción de un modelo de enseñanza de las Ciencias Naturales que supere al modelo tradicional y al modelo por descubrimiento (Quintanilla, 2009). Este modelo ha de considerar los procesos de transformación de las ideas de los alumnos mientras aprenden; el profesor que siembra la duda, crea el conflicto, lo motiva para argumentar contra sus propias ideas preconcebidas, aproximándolo gradualmente hacia las ideas de la disciplina que imparte. Este profesor ha de ofrecer al alumnado espacios para debatir sobre lo que enseña a fin de darse cuenta de los progresos o errores en las nuevas concepciones que adquieren. Este modelo estaría basado en un "realismo pragmático" y no en un "realismo ingenuo" de otros modelos de la ciencia (Izquierdo, 2000).

Finalmente, el profesor al que nos referimos arriba debe tener un perfil distinto a la mayoría de nuestros profesores, a continuación se mencionan algunas características deseables:

–Respetar las ideas propias de los alumnos, en el entendido de que éstas evolucionarán progresivamente.
–Promover debates con y entre los alumnos con el fin de percibir los avances en las ideas sobre la disciplina.
–Enseñar a pensar el mundo real a través del diálogo y no enseñarles a aprobar el curso.

A manera de conclusión

Si nos inclinamos hacia la didáctica dentro de la educación de nuestros bachilleres debemos insistir en que la didáctica debe investigar y reflexionar de modo teórico y práctico sobre las situaciones de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, la didáctica de las ciencias experimentales debe estar en permanente proceso de investigación y actualización; en ambos casos toda propuesta teórica debe derivar de las prácticas reales de nuestros profesores en el aula.

Es ineludible la formación de un nuevo docente dentro de un modelo actualizado de la enseñanza de la ciencia, que sea capaz de realizar una autocrítica de sus concepciones acerca de la ciencia y asuma roles diferentes a los tradicionales.

Referencias

Comenio, J. A. (1971). *Didáctica magna*. México: Editorial Porrúa.

Diáz-Barriga, A. C. (2009). *Pensar la didáctica*. Buenos Aires: Amorrortu.

Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En Perales, F. J. y Cañal, P. (eds). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Madrid.

Mallart, J. (2001). Didáctica: Concepto, objeto y finalidades. En Sepúlveda, F., Rajadell, N. (Coord.). *Didáctica general para psicopedagogos*.

Porlan, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias, 16*(1), 175-185.

Quintanilla, G. M. (2009). *Didactología y formación docente. El caso de la educación*. Chile: Departamento de Didáctica/Facultad de Educación Pontificia/Universidad Católica de Chile.

Runge, A. K. (2013). Didáctica: Una introducción panorámica y comparada. *Itinerario Educativo*, *27*(62).

Toulmin (1977). *La comprensión humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Universidad.

LA metodología científica COMO sugerencia didáctica

Recibido: 9/08/2016
Aprobado: 28/09/2016

Severo Francisco Javier Trejo Benítez
Ricardo Arturo Trejo De Hita

Resumen

En el artículo se destaca que en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, además de la apropiación de los conocimientos básicos de la cultura universal, lo trascendental es el desarrollo de habilidades y destrezas para un pensamiento lógico, crítico y razonado.

Se analizan los principales problemas para el aprendizaje significativo, como es la falta de desarrollo del pensamiento formal y la presencia de ideas previas o del sentido común en los alumnos, que son erróneas y un verdadero obstáculo.

Como estrategia didáctica se propone enseñar las metodologías científicas y aplicarlas reiteradamente en el análisis metodológico de investigaciones científicas y en investigaciones y experimentos de los alumnos en sus cursos para así lograr el desarrollo intelectual y el cambio conceptual, de las ideas previas a los conceptos científicos significativos.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias, ideas del sentido común, desarrollo del pensamiento, metodologías científicas, cambio conceptual significativo.

Abstract

In this paper is pointed out that in teaching and learning of sciences not only is important getting basic and universal knowledge, but also is the development of abilities and skills for a logical, critical and intelligent thinking.

The main problems in getting a significant learning are analized, e.g. lack of development in formal thinking and the perseverance of common sense ideas in students, which are erroneous and a real obstacle.

As a didactic strategy, it is proposed teaching students scientific methologies and apply them repeatedly on analysis of scientific researches and experiments during courses, so that intelectual development is achieved and common sense ideas are changed for significant scientific knowledge.

Keywords: *science teaching, common sense ideas, thinking development, scientific methodologies, significant conceptual change.*

La importancia de la enseñanza de las ciencias experimentales radica no sólo en la apropiación de los conocimientos básicos de la cultura universal, sino que lo más importante es el desarrollo de habilidades y destrezas para un pensamiento lógico, crítico y razonado; es decir, la construcción de formas de pensamiento que les brinden a los alumnos las herramientas para el análisis y la percepción de los fenómenos naturales que les rodean.

En la última década, las investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias han puesto de manifiesto que los principales problemas que se tienen para el aprendizaje significativo son: la falta del desarrollo del pensamiento formal y la presencia de los graves errores conceptuales de los alumnos con respecto a los fenómenos naturales. Lo anterior se debe a las ideas previas o derivadas del sentido común de los alumnos, éstas se presentan por las deficiencias en su razonamiento lógico.

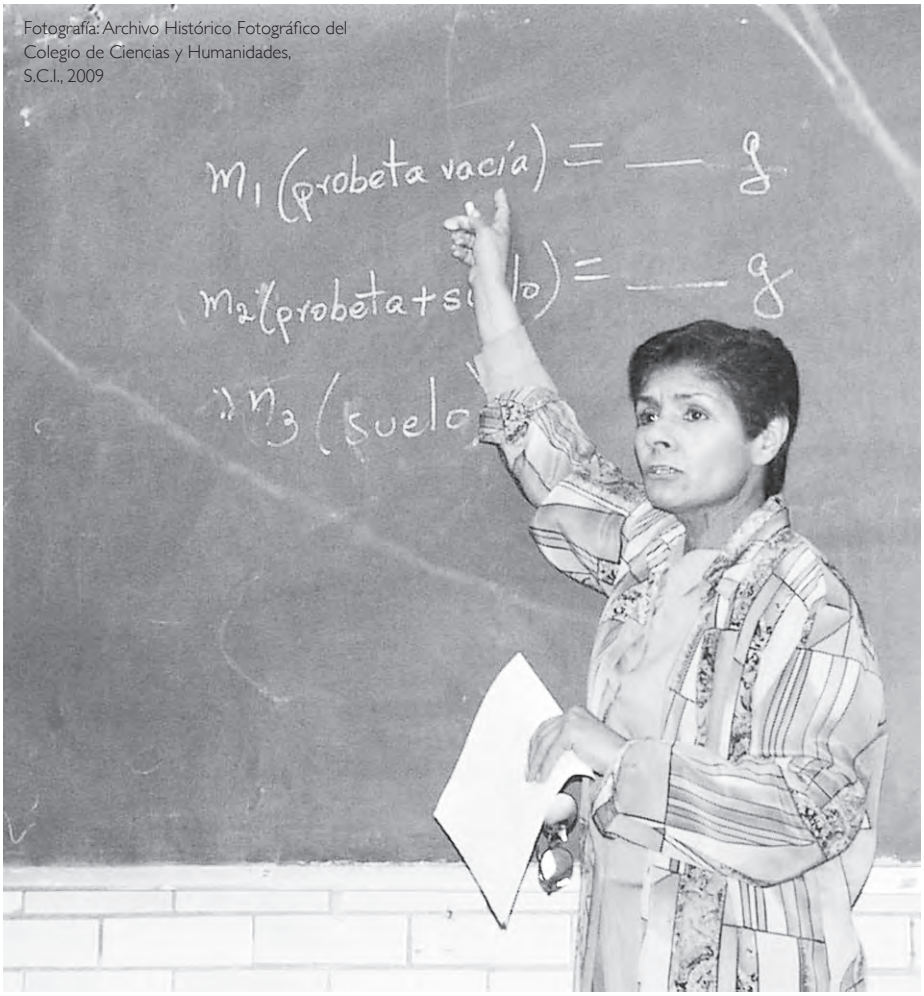
Las ideas previas o derivadas del sentido común son un obstáculo a la hora del aprendizaje, pues no permiten que los conocimientos se incorporen de forma estable y coherente. No se aprende significativamente, ya que el alumno no es capaz de utilizar los conocimientos para resolver problemas o explicarse correctamente los fenómenos naturales.

Estas ideas se elaboran con base en la interacción de los individuos con los fenómenos naturales cotidianos y la información superficial que reciben de su entorno, como por ejemplo: los ambientes familiar y social y los medios de comunicación, además de la falta de un razonamiento formal.

Estas construcciones conceptuales constituyen los elementos centrales desde los cuales los alumnos interpretan los fenómenos naturales y las clases de sus profesores, de ahí que tengan creencias que no corresponden con las teorías científicas.

Lo dicho anteriormente se hace evidente cuando muchos de los alumnos tienen creencias como las siguientes: si comen pan con agua en ayunas, entonces se les originan gusanos en el estómago; si juegan mucho basquetbol, entonces van a crecer más; o, incluso, que la herencia está mezclada en la sangre. Esto sucede a pesar de que ya estudiaron las teorías de la biogénesis, de la de la evolución de las especies y la teoría cromosómica de la herencia.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2009



Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2009

Las ideas derivadas del sentido común en los alumnos son difíciles de erradicar porque los acompañan desde su infancia, tienen gran estabilidad y persistencia, se obtienen a partir de la experiencia en un número limitado de casos que parecen evidentes por sí mismas y parecen útiles para explicar fenómenos en la vida ordinaria. Sin embargo, aun con todas estas particularidades, estas ideas son científicamente incorrectas.

Investigaciones sobre estas ideas muestran que la enseñanza tradicional por transmisión de conocimientos elaborados no permite el aprendizaje significativo de los conceptos científicos, de no haber una acción didáctica orientada a actuar sobre estas ideas. Sin ello, las ideas previas terminan imponiéndose o, en el mejor de los casos, se mezclan con los conceptos científicos sin establecer diferencias claras entre el conocimiento cotidiano y el científico.

El aprendizaje de las ciencias y sus metodologías requieren del pensamiento racional formal con las cualidades que lo caracterizan, tales como: la inducción, la deducción, la inferencia y los procesos empíricos de la observación y la experimentación; éstos se adquieren mediante la práctica y la experiencia.

La metodología de las ciencias representa formas de pensar y adquirir conocimientos, enfatizando el conocimiento procedimental, que comprende habilidades racionales del pensamiento para la solución de problemas y explicación de los fenómenos naturales.

El pensamiento formal difícilmente se presenta en forma espontánea o en todos los alumnos. Existen factores culturales, sociales, familiares, individuales y de los sistemas educativos que intervienen para su emergencia y consolidación.

Los factores que influyen en su desarrollo son: el crecimiento orgánico y maduración del primero y endócrino, la maduración del sistema nervioso no está terminada al nacimiento, prosigue hasta la edad de los 15 a 16 años o más.

El desarrollo intelectual no está dispuesto de antemano en el sistema nervioso, ni todo está en función de la edad, sino que dependen de las posibilidades que abren la herencia y la maduración, conjugándose con la actividad y el ejercicio intelectual. Todo ello en una relación con el medio físico, social y escolar, lo cual permite un progreso continuo.

La adquisición de conocimientos y habilidades presupone una estructura cognoscitiva adecuada que los pueda integrar, acorde con las estructuras cognitivas alcanzadas en la etapa de desarrollo mental. Este último es el factor que más afecta a un proceso de aprendizaje.

Si se les presenta a alumnos un concepto científico expresado en términos abstractos formales, sin ninguna relación con objetos reales (o el nivel concreto que ellos manejan), entonces no asimilarán el concepto o no lo comprenderán en absoluto, pues carecen de la estructura mental necesaria para el dominio de una abstracción y recurrirán al aprendizaje memorístico. Por lo tanto, podrán memorizar hechos, pero no analizar y resolver problemas.

Se debe generar un estilo de enseñanza-aprendizaje que ponga énfasis en los procesos de construcción de las estructuras cognoscitivas y en la adquisición de habilidades del pensamiento. Esto les permite desarrollar una capacidad reflexiva y destrezas para plantear proposiciones, suposiciones y predicciones lógicas, como las utilizadas en la metodología científica (Trejo, 2013, p. 16).

Varias de las ideas derivadas del sentido común de los alumnos tienen similitudes con conceptos erróneos de los paradigmas aristotélico-escolásticos aportados por la biología precientífica, tales como: la generación espontánea, la herencia mezclada, el fijismo de las especies, el vitalismo, la preformación, etcétera.

Esta semejanza no es una simple casualidad, sino es el resultado de causas idénticas, concretamente es la tendencia a generalizar los hechos acríticamente con base en observaciones superficiales, no controladas y a explicaciones con fundamento en un razonamiento causal directo, con referencia a los aspectos visibles del fenómeno.

Estas concepciones erróneas sólo pudieron ser desplazadas, después de varios siglos de vigencia, por un cambio metodológico científico que vino a superar la seguridad de las evidencias superficiales del sentido común.

La metodología científica introdujo formas de pensamiento más lógico, creativo y riguroso, poniendo en cuestión lo obvio, imaginando nuevas posibilidades en las hipótesis y sometiéndolas a comprobación en condiciones controladas por medio de la observación y la experimentación.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

La falsa teoría de la generación espontánea fue derribada con los experimentos de F. Redi y L. Pasteur, sustituyéndola por la teoría de la biogénesis.; la de la herencia mezclada en la sangre fue desplazada por la teoría cromosómica de la herencia, con los experimentos de Mendel, Sutton y Morgan; la del fijismo de las especies, desarticulada por la teoría de la evolución derivada de las investigaciones de C. Darwin; etcétera.

Los errores conceptuales en las ideas derivadas del sentido común de los alumnos se podrán cambiar a conceptos científicos significativos, si se les enseñan las bases de los procedimientos de las metodologías científicas y se les enfrenta reiteradamente a situaciones en las que puedan aprender y aplicar estrategias científicas intelectuales y procedimentales.

La manera de lograr lo anterior es realizando análisis y reflexiones metodológicas de las investigaciones científicas, que aportaron las teorías sobre los fenómenos naturales que nos rodean y que son temas de los programas de los cursos.

Realizar el análisis y discusión en grupo del problema que se propone resolver, las hipótesis que se plantean tentativamente para dar respuesta, los diseños de las investigaciones y experimentos realizados para comprobar estas suposiciones, forman parte de las actividades que acercarán a los alumnos a adoptar los procedimientos de las metodologías científicas.

El análisis y discusión de los resultados, el cotejo de éstos entre los grupos (para apoyarlos o refutarlos) y llegar a las conclusiones, que confirmen o rechacen la hipótesis planteada, también ayudarán a establecer las estructuras del pensamiento formal en los alumnos. Con lo anterior, ellos serán capaces de confrontar los conceptos obtenidos significativamente con las ideas del sentido común que tenían al inicio del estudio.

Al encontrar insuficiencias en sus ideas previas y teniendo un mejor pensamiento lógico y razonado, realizarán el cambio conceptual significativo científico. La práctica constante de esta metodología científica propicia un escepticismo informado, para no aceptar afirmaciones sin pruebas y sí una real percepción de los fenómenos naturales.

Con los conocimientos de las metodologías científicas y las experiencias intelectuales y procedimentales adquiridas, hay que realizar diseños y experimentos con algunos de los fenómenos naturales que se estudian en el curso.

Para poder realizar los análisis metodológicos de las investigaciones científicas o llevar a cabo sus propias investigaciones y experimentos, los alumnos deben conocer las bases de metodología científica. Ésta se interpreta como un procedimiento ordenado y lógico, que orienta y guía la investigación para explicarse algún fenómeno natural o resolver un problema, son estrategias y operaciones mentales y manuales.

La idea más común de cómo se hace la ciencia parte de la existencia de un mundo con fenómenos naturales, cuyo

conocimiento es el objetivo de la investigación científica. Los científicos observan cuidadosamente su entorno, definen los problemas a resolver, plantean las hipótesis que les dan respuestas tentativas, realizan observaciones y experimentos para comprobarlas, con los resultados surgen modelos, con ellos los principios, teorías o leyes generales que explican los hechos que les permiten predecir fenómenos de la naturaleza.

Las etapas fundamentales de las metodologías científicas son:

La observación. Con ella se obtiene la percepción del fenómeno por medio de nuestros sentidos o, apoyados por aparatos e instrumentos, se recopila y estudia la información bibliográfica o de internet, se analiza el fenómeno, se hacen inferencias y se formulan juicios de los factores que lo producen.

El problema surge cuando, de las observaciones o de la información sobre el fenómeno, se presentan hechos sobre los cuales no hay una explicación, surgiendo interrogantes, tales como ¿qué factores o variables son las causas de los efectos? y ¿qué relación hay entre las variables que participan?

La hipótesis es la respuesta lógica provisional al problema, apoyándose en los conocimientos y observaciones que se tienen sobre el fenómeno. Se pretende establecer una relación causa-efecto entre los factores que participan. Por lo general se plantea de la siguiente forma: Si ocurre A (un hecho conocido), entonces sucederá B (predicción del efecto que ocasionan las variables o factores).

El experimento es para probar la hipótesis, consiste en la repetición del fenómeno en condiciones controladas de los factores que en él intervienen.

Análisis y discusión de resultados. Se recogen, organizan en tablas o gráficas y se revisan los datos obtenidos, se confrontan los resultados entre los grupos o lotes del experimento, para interpretarlos. La comparación de los resultados con otras investigaciones relacionadas también sirve para apoyar o refutar los obtenidos, definir errores o resaltar aciertos. Los resultados que no apoyan las hipótesis también son valiosos ya que nos llevarán a nuevas hipótesis

Conclusiones. Se concluye con la interpretación de los resultados de los hechos observados en el experimento, y en la evaluación de las hipótesis para la confirmación o rechazo de éstas. Cuando una hipótesis ha sido apoyada por resultados consistentes de varios experimentos y observaciones, se establece una teoría, que al mostrar las relaciones entre los hechos (causa-efecto), aclaran la comprensión de los fenómenos naturales o resuelven el problema planteado.

La finalidad de la metodología científica es poder determinar la relación causa-efecto entre dos variables. La variable independiente o manipulada (VIM, que es la variación o alteración que el investigador introduce en el experimento), y la dependiente o de resultados (VD, que es la consecuencia o el efecto de las alteraciones en la variable independiente). Debido a que la VD varía en función de la VIM, se deben producir cambios planificados para poder medir la influencia en la VD y poder determinar la relación entre ellas.

Las variables constantes (VC) son las condiciones o factores que participan en el fenómeno y que es preciso controlar en forma igual en los grupos o lotes en experimentación, con la finalidad de obtener conclusiones válidas del experimento.

Controlar las VC significa mantener en los grupos todos los factores que participan en el fenómeno en las mismas condiciones, con excepción de la VIM. Así, los resultados diferentes que se presenten en los distintos grupos, se deberán exclusivamente a la VIM, que es la diferente en todos los grupos o lotes (Trejo, 2015, p. 29).

Otras formas del control de variables, además de la constancia de condiciones, son el grupo testigo o control, que sirve de referencia comparativa de los resultados con los grupos experimentales. Generalmente, en este grupo se seleccionan las condiciones más cercanas a aquellas en las que el fenómeno se lleva a cabo naturalmente. Es útil contar con los resultados para este grupo, porque permite separar los efectos de las variables extrañas (VE), que son aquellas a las que no se pueden identificar o controlar (véase la tabla 1).

La selección al azar de las unidades experimentales es otra forma de control, en esta forma las VD se distribuyen al azar, de manera que sus efectos se den más o menos en la misma magnitud en todos los grupos del experimento.

Variables	Gpo. Testigo	Gpo. Exp. 1	Gpo. Exp. 2	Gpo. Exp. 3	Tipo de Variable
Color de Luz	Blanca	Azul	Verde	Roja	VIM
Temp. (°C)	25	25	25	25	VC
Masa Elodea (g)	250	250	250	250	VD
Vol. agua (L)	2	2	2	2	VC
Tiempo (días)	6	6	6	6	VC

Tabla 1. Ejemplo de un cuadro de control de variables, para el experimento del efecto de la luz en la fotosíntesis.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2015

En este ejemplo, los resultados mostrarán el efecto de la VIM (color de luz) sobre la VD (masa de elodea), se medirá por el volumen de oxígeno producido y el aumento de biomasa de la planta. Las demás variables del experimento se mantuvieron constantes y las condiciones a las que se somete al grupo control o testigo son aquellas que son más parecidas a como sucede naturalmente el fenómeno.

Hasta aquí puede notarse que, con esta estrategia didáctica, los alumnos aprenderán los conocimientos y procedimientos básicos de las metodologías científicas, a nivel bachillerato.

La experiencia que han adquirido los autores, al aplicarla durante un año con los alumnos, ha mostrado que con los análisis metodológicos de las investigaciones científicas (aproximadamente unas 50), contenidas en los libros de Biología III y el Paquete Didáctico para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, elaborados por los autores con este fin, los alumnos se ejercitan intelectual y procedimentalmente, así mismo desarrollan su pensamiento lógico, analítico y crítico.

Al adquirir estas habilidades intelectuales y procedimentales, los alumnos pueden definir problemas sobre los fenómenos que los rodean o acerca de los temas de sus cursos, plantear las hipótesis para resolverlos, planear y realizar investigaciones para probarlas, analizar sus resultados y llegar a conclusiones sobre sus hipótesis.

La finalidad es propiciar un escepticismo informado, para no aceptar concepciones sin fundamento de las metodologías científicas, que les permita cambiar sus conceptos derivados del sentido común por conceptos significativos de la ciencia. Los avances y desarrollos de las habilidades no son inmediatos y homogéneos en los alumnos, pero hay un progreso continuo.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2015

Referencias

Caamaño, A. (1988). Tendencias actuales en el currículo de ciencias. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, *6*(3), 255.

Carrascosa, J. y Daniel, G. (1985). La metodología de la superficialidad y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas,* 3, 113-120.

Gil, D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, *4*(2).

Méndez, I. (1991). *El protocolo de investigación*. México: Trillas.

Pérez Tamayo. (1990) *¿Existe el método científico?* México: SEP/ CONACyT/FCE, ECN.

Rosas, L. y Riveros, H. (1985). *Iniciación al método científico experimental*. México: Trillas.

Sigüenza, F. y Sáez, J. (1990) Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la biología. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, *8*(3), 223-230.

Trejo, S. (2013). *Biología III. La metodología científica como estrategia didáctica.* México: CCH UNAM.

Trejo, S. y Trejo, R. (2015). *Paquete didáctico SILADIN 2015, para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias*. México: CCH Sur, UNAM.

¿DIDÁCTICA **específica** de LAS DISCIPLINAS?

Recibido: 27/08/2016
Aprobado: 21/10/2016

Humberto Lisandro Salinas López

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2015.

Resumen

Una de las grandes aportaciones de los filósofos de la ciencia contemporáneos permitió construir la conceptualización de Naturaleza de la Ciencia (NdC) y su vinculación con el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), que ha contribuido a revolucionar la Didáctica de las Ciencias Experimentales, donde los profesores que la han aplicado para la comprensión de los hechos científicos, descubrieron que se obtienen resultados más exitosos sobre el aprendizaje y la enseñanza con alumnos de los ciclos de secundaria y de bachillerato donde se han hecho estas investigaciones. En la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades esta práctica de enseñanza es aún incipiente, lo que sugiere que los docentes que educamos en ciencias tengamos un mayor acercamiento a las raíces de dicha conceptualización, es decir a: la filosofía de la ciencia, la epistemología de la ciencia, la historia de la ciencia y la sociología de la ciencia.

Palabras clave: Didáctica, didáctica tradicional, tecnología educativa, didáctica crítica, filosofía de la ciencia, naturaleza de la ciencia, conocimiento didáctico del contenido científico.

Abstract

One of the great contributions of contemporary philosophers of science allowed to construct the conceptualization of Nature of Science (NoS) and its linkage with the Pedagogical Content Knowledge (PCK), which has helped to revolutionize the teaching of the experimental sciences, where teachers who have applied it for the understanding of scientific facts, they discovered that most successful on the teaching and learning results with students in the cycles of secondary and high school where these investigations have been made. The School National College of Sciences and Humanities this teaching practice is still incipient, which suggests that teachers who teach science have a better approach to the roots of this conceptualization, this is to: the philosophy of science, epistemology of science, history of science and the sociology of science.

Keywords: *Didactics, traditional didactics, educational technology, critical teaching, philosophy of science, nature of science, didactic knowledge of scientific content.*

Introducción

Actualmente la enseñanza de la Biología, disciplina en la que me desempeño como docente en el Colegio, requiere más que una "didáctica intuitiva" con la que inicié en la década de los setenta, ya que ha sido sustentada de forma importante con la epistemología y la filosofía de la ciencia entre otras tantas disciplinas.

Esto resulta obvio si consideramos que la evolución social, por una parte, y la metodología de la enseñanza por otra, han impactado al sistema educativo de tal suerte, que las necesidades, requerimientos e intereses, han marcado la pauta para una transformación didáctica en la búsqueda de nuevas formas de enseñanza, de sus objetivos y de su metodología; independientemente de las resistencias al cambio de los profesores, las inercias del sistema educativo y la sobrecarga de clases, con el consabido impedimento para replantearse una actuación distinta que provoque mejoras en el aprendizaje de los alumnos.

Tratando de hacer una síntesis breve de la caracterización de las "distintas didácticas" por las que los profesores de Ciencias Experimentales hemos transitado en el Colegio, podemos mencionar que la "enseñanza o didáctica intuitiva" se deriva del empleo y la presentación de ciertos procedimientos y demostraciones efectuadas durante la clase, sin la participación de los alumnos, éstos asumen el rol de espectadores interesados, neutrales o totalmente ausentes; y en el mejor de los casos, se les obliga a recurrir a la memorización de datos, fórmulas y aspectos verbales argumentados por el profesor, donde la repetición de enunciados, leyes y teorías por parte del alumno es lo evaluable.

En tanto la tecnología educativa se consideraba: "en un nuevo y más amplio sentido, como el modo sistemático de concebir, aplicar y evaluar el conjunto de procesos de enseñanza y aprendizaje, teniendo en cuenta a la vez los recursos técnicos y humanos y las interacciones entre ellos, como forma de obtener una más efectiva educación" (UNESCO, 1984, p. 43-44).

En consecuencia, la tecnología educativa fue calificada como ese espacio intelectual pedagógico cuyo objeto de estudio serían los efectos socioculturales e implicaciones que para la educación poseen las tecnologías de la información y comunicación en cuanto formas de representación, difusión y acceso al conocimiento y a la cultura de los ciudadanos.

Finalmente la didáctica critica que, por su parte se preocupa de la formación de estructuras mentales, de la organización de los conocimientos fragmentados y de la crítica reconstructiva de los problemas cotidianos, mediante una práctica participativa, donde se favorece el debate y la discusión en pequeños grupos.

Es importante decir que aquí llegaron las complicaciones para la comprensión de lo que se requería realizar en el salón de clase, tratando de interpretar esa serie de discursos, pero en la indefinición conceptual y la variabilidad en los problemas y metodologías de estudio para concretar la enseñanza con el uso del internet, la teleformación y la multimedia educativa; sin una formación que la sustentara en sus fundamentos teóricos.

No obstante, el detonante principal para despertar la inquietud personal en la conciencia sobre la didáctica, fue haber analizado en los cursos del CISE, "Crisis en la Didáctica", donde Susana Barco de Surghi –incluso también en su artículo en este texto "Antididáctica o nueva didáctica"– menciona que:

Apesar, del cambio en el rendimiento –que muchas veces se logró– (refiriéndose al alumno), a nivel de actitudes de fondo, de aprendizajes concomitantes, nada cambió. Una vez más el docente había elegido determinadas adecuaciones (aunque éstas comportaran un ajuste mayor al nivel de maduración del alumno), seleccionó métodos y tareas, graduaciones de las mismas (muchas veces con mayor rigor científico). Y el cambio de fondo no se efectuó, porque mientras no se redefina el rol docente-alumno con relación a la institución escuela, a sus objetivos, a su dinámica interna; mientras no se haga consciente la carga ideológica que comportan estos aspectos tanto como los métodos y actitudes que juegan en el proceso educativo, no se habrá cambiado, sino asumido una actitud "gattopardesca": cambiar para que nada cambie." (Barco de Surghi, 1975, pp. 36-37).

Este desafío para quienes enseñamos ciencia, nos compromete a los docentes a seguirnos informando y renovando, tomando en consideración que desde hace tiempo se discute que es la educación escolar en ciencia y no la ciencia, a la que muchos estudiantes están rechazando; y ello repercute directamente en la didáctica que planteamos los profesores que la enseñamos.

Es así que luego de haber debatido en Seminarios de profesionalización de la docencia las obras de *Fundamentación de la didáctica y Operatividad de la didáctica*, elaboradas por Margarita Pansza, Esther Carolina Pérez y Porfirio Morán, donde explicitan que "el nivel epistemológico implica una concepción de la ciencia que enfatiza su carácter instrumental para la transformación de la realidad, que expresa una concepción interdisciplinaria de la ciencia y del conocimiento científico y considera la realidad como una totalidad concreta en la que todos los elementos están interconectados y en proceso" (Pansza, M. *et al.* 2005, p. 30), volteamos nuestra mirada a la influencia de la epistemología y sus vínculos con la didáctica.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2015

La didáctica y su carácter multidimensional

En esa búsqueda de investigaciones sobre las relaciones entre didáctica y epistemología y luego de tratar de comprender las aportaciones Piaget, Vygotsky, Bachelard y Ausubel, entre otros, encontramos en los trabajos de Agustín Adúriz-Bravo quien asegura que:

> En los últimos treinta años, los profesores de ciencias naturales (física, química, biología, geología, astronomía...) hemos asistido a una verdadera "revolución" en la enseñanza de nuestras asignaturas. Bajo el rótulo de didáctica de las ciencias, gran cantidad de investigadores e innovadores en todo el mundo vienen produciendo y difundiendo ideas, propuestas y materiales que pueden transformar profundamente la forma en que enseñamos las ciencias naturales en los diferentes niveles educativos, especialmente en el nivel secundario. La mejora de la enseñanza de las ciencias discurre hoy en día por diferentes carriles: las prácticas de laboratorio, la resolución de problemas, el lenguaje científico, las nuevas tecnologías y el trabajo con las tan mentadas ideas previas son algunas de las líneas de trabajo más conocidas.
>
> El interés de la didáctica por las metaciencias por ejemplo: la epistemología, la historia de la ciencia y la sociología de la ciencia proviene del reconocimiento de que ellas pueden contribuir de muy diversas maneras a la enseñanza de las ciencias naturales, pues:
>
> 1. proporcionan una reflexión teórica potente sobre qué es el conocimiento científico y cómo se elabora, que permite entender mejor las ciencias, sus alcances y sus límites;
> 2. se constituyen en una producción intelectual valiosa, que debería formar parte de la cultura integral de los ciudadanos;
> 3. proveen herramientas de pensamiento y de discurso rigurosas, como la lógica formal;
> 4. ayudan a superar obstáculos en el aprendizaje de los contenidos, métodos y valores científicos;
> 5. generan ideas, materiales, recursos, enfoques y textos para diseñar la enseñanza de las ciencias; y
> 6. facilitan la estructuración de los currículos del área de ciencias naturales al permitir identificar los modelos más fundamentales de cada disciplina. (Adúriz-Bravo, 2005, pp. 11-12)

Adúriz-Bravo seguramente se fundamentó en las propuestas epistemológicas de Kuhn (1972) y de Lakatos (1983), quienes detectaron la necesidad de apoyarse en una revisión de la historia del desarrollo de las teorías o modelos científicos, como condición para fundamentar una explicación epistemológica acerca del carácter del conocer y del conocimiento en las ciencias. Los dos, llamados epistemólogos historicistas, enseñaron que no era justificable una y sólo una historia de las ciencias, ya que todo dependía del punto de vista epistemológico a partir del cual esa historia cobraba sentido.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2015

Cabe mencionar que el Dr. Adúriz realizó su tesis doctoral denominada "Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias", la cual le permitió mediante una serie de investigaciones, proponer una serie de relaciones teóricas entre la epistemología y la historia de la ciencia por una parte y la didáctica de las ciencias por otra, buscando caracterizar esas relaciones y poder comunicar el ámbito conceptual en el cual se le pueden inscribir; a saber: relación material (la didáctica de las ciencias se ocupa de la enseñanza de la epistemología), relación instrumental (la didáctica de las ciencias usa la epistemología como instrumento para enseñar ciencias), relación explicativa (la didáctica de las ciencias se inspira en modelos teóricos), relación retórica (la didáctica de las ciencias se apoya en marcos filosóficos generales) y la relación metateórica (la epistemología estudia la didáctica de las ciencias como disciplina) (Adúriz- Bravo, 2001, pp. 44-62).

Además de esas investigaciones de Adúriz, también menciona que las investigaciones e innovaciones para incorporar las metaciencias a la enseñanza de las ciencias naturales han generado un área de trabajo por derecho propio dentro de la didáctica de las ciencias, que lleva el nombre de su objeto de reflexión, la ***naturaleza de la ciencia.***

Otro referente no menos importante en este tránsito hacia la construcción de una didáctica de las ciencias experimentales lo ha sido el conjunto de investigaciones realizadas por José Antonio Acevedo Díaz en lo concerniente al concepto de naturaleza de la ciencia, ya que de acuerdo con sus indagaciones, el estudio de las concepciones de los profesores sobre éste, deja ver que existe una falta de reflexión explícita sobre estas cuestiones y que más bien se apoyan en sus "creencias o teorías implícitas", reproduciendo sus propias experiencias de aprendizaje escolar y universitario, reforzando las imágenes estereotipadas, míticas y deformadas que se transmiten en medios de comunicación formal e informal; fortaleciendo la enseñanza de las "filosofías espontáneas de las ciencias".

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2015

En sus múltiples publicaciones al respecto Acevedo señala que una práctica a destacar de los científicos y sus logros se ha debido a la racionalidad científica con la cual se han desempeñado y cuyos análisis se han desarrollado por tres vías principales de investigación que, aunque diferentes, acaban siendo convergentes, dada la unidad del problema que tratan. La primera corresponde a la historia de la ciencia; la segunda es la reflexión filosófica, que tradicionalmente se ha centrado en las cualidades del denominado método científico para el avance de esta forma de conocimiento; y la tercera es la sociología de la ciencia, que pone un contrapunto empírico a los análisis filosófico-metodológicos, resaltando la insuficiencia de éstos para dar cuenta, con precisión, de todos los aspectos implicados en el progreso científico. En la práctica, estas tres vías resultan en gran modo complementarias para comprender la manera de proceder de la ciencia, aunque desde diversas instancias se ha intentado muchas veces reducir la reflexión sobre ésta (metodológica, histórica o sociológica) al análisis de sus propias categorías y esquemas empíricos, estudiando las teorías científicas desde un punto de vista estático, esto es, una vez elaboradas y no desde una perspectiva dinámica, a lo largo de su proceso de construcción y desarrollo; propuesta que ha conducido inevitablemente a potenciar posiciones de fe ciega en la ciencia (cientificismo) que hoy día no parecen tener ninguna perspectiva de éxito.

El conocimiento didáctico del conocimiento disciplinario

Una vez reconocido el carácter multidimensional del hecho educativo, todavía se puede percibir cierta fragmentación, dispersión, en los discursos que fundamentan la labor docente. Por ello, los desarrollos teóricos provenientes desde las didácticas han ubicado como objetivo prioritario la necesidad de configurar un cuerpo epistemológico propio de la profesión docente, que diferencie la docencia de otras disciplinas. De ahí, la importancia del Conocimiento Profesional del Profesor (CPP) como constructo que se propone la creación de un tipo de conocimiento específico de los profesores, de tal manera que las posibilidades de reconocimiento en el contexto social de la profesión docente puedan llegar a ser más significativas.

De los conocimientos que hacen parte del CPP, el que ha suscitado mayor atención a partir del siglo XX es el Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC), pero por los desarrollos teóricos, metodológicos y prácticos de la Didáctica, se ha ubicado la expresión Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC). Es así como han aumentado el número de requerimientos relacionados con el CDC entre la última década del siglo XX y la primera del XXI.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2012

En la didáctica de las ciencias, el CPC ha sido usado como un término para describir cómo los profesores novatos aprenden poco a poco a interpretar y transformar su contenido temático del área en unidades de significados comprensibles para un grupo diverso de estudiantes. El CPC fue introducido por Lee Shulman al argumentar que la investigación de la enseñanza y la educación de profesores habían ignorado preguntas de investigación relativas al contenido de las lecciones enseñadas. Describe el CPC como la reunión de los siguientes tres elementos clave:

–Conocimiento de las concepciones de los estudiantes con respecto a un tópico o un dominio, entendiendo las dificultades específicas de aprendizaje en esa área.
–Conocimiento de representaciones para la enseñanza del tema en cuestión.
–Conocimiento de estrategias instruccionales que incorporen tales representaciones.

Dentro del CPC, los profesores deben conocer qué es lo que resulta fácil o difícil de aprender por sus alumnos, es decir, el grado de dificultad del aprendizaje; así como cuáles son sus concepciones alternativas más comunes; cómo organizar, secuenciar y presentar el contenido para abastecer los diversos intereses y capacidades de sus alumnos; al igual que cómo evaluar el aprendizaje.

Finalmente, como su nombre lo señala la NdC se trata en la bibliografía especializada casi siempre de manera muy general para todas las materias de ciencias experimentales. Sin embargo, ya se están conociendo trabajos de tesis, donde se reporta que cada disciplina puede tener algunos rasgos específicos de NdC. Así, términos como "naturaleza de las ciencias",

"naturaleza de la biología", "naturaleza de la química", "naturaleza de la física" o "naturaleza de las ciencias de la salud", se tratan en algunos congresos internacionales de didáctica de las ciencias, como el tratamiento de didácticas específicas. Por ello, ya se cuestiona si son diferentes entre sí las principales características de la naturaleza de las ciencias de la salud, la biología, la química o la física. De manera intuitiva podría pensarse que los rasgos de las diversas ciencias experimentales son diferentes, aunque hasta el momento no hay elementos que lo descarten o lo confirmen. Las investigaciones relacionadas están vinculadas además con la posibilidad de ampliar la evaluación de creencias sobre NdC a científicos de diversas disciplinas. Las implicaciones que esto podría tener para la enseñanza de la NdC son significativas porque, si los principales aspectos del CDC-NdC de cada disciplina científica fueran sustancialmente distintos de los correspondientes a las otras disciplinas, la caracterización del CDC-NdC en el aula también tendría que ser diferente en las diversas disciplinas. Es obvio que se necesita investigar que a partir de esa variabilidad de contenidos, enfoques, recursos, metodología y contextos, la posibilidad pudiese o no ocurrir. Hasta no estar seguros de datos confiables, seguiremos planteando que existe una didáctica de las ciencias experimentales.

Referencias

Adúriz-Bravo, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias* (tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la Naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las Ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Acevedo, J.A. *et. al.* (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka*, *4*(1), 42-66.

Acevedo, J.A. *et. al.* (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Revista Eureka*, 4(2), 202-225.

Barco,. (1975) "Antididáctica o una nueva didáctica". *Revista de ciencias de la educación*, *4,* 36.

Kuhn, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de la investigación científica*. Madrid: Alianza.

Pansza, M., Pérez C., y Morán, P. (1986). *Fundamentación de la didáctica*. México: Gernika.

Pansza, M., Pérez C., y Morán, P. (1986). *Operatividad de la didáctica*. México: Gernika.

Shulman, L. (1987). El conocimiento y la enseñanza: Los fundamentos de la nueva reforma. *Harvard Educational Review*, Febrero, 1-22.

Wilson, S., Shulman, L., y Richert, A. (1987). "150 maneras diferentes de conocer: representaciones del conocimiento en la enseñanza". En Calderhead, J. (Ed.). *Explorando el pensamiento de los profesores*. Sussex: Holt, Rinehart y Winston.

UNESCO (1984). *Glossary of educational technology terms*. París: UNESCO.

Emprendedurismo y cultura CIENTÍFICA para la formación INTEGRAL

Recibido: 02/09/2016
Aprobado: 28/09/2016

Ernesto Márquez Fragoso

Resumen

En el campo docente, el emprendedurismo es una herramienta con gran potencial para las ciencias aplicadas. En el nivel superior se cuenta con programas especializados para fomentar creación de empresas tecnológicas, pero sólo unos cuantos estudiantes logran insertarse exitosamente en este camino. Esta propuesta analiza algunas características que, en bachillerato, pueden abordarse desde la planeación curricular para hacer cotidiana la participación de los jóvenes en retos que involucren trabajo colaborativo, ciencia e impacto social.

Palabras clave: Emprendedurismo, cultura científica, formación integral, innovación.

Abstract

In the world of teaching, entrepreneurship is a tool with great potential for applied sciences. On higher education there are specialized programs to encourage creation of technology companies, but only a few students have success in this way. This paper analyzes some features that, in highschool level, can be approached from curriculum planning for daily participation of students in challenges involving collaborative work, science and social impact.

Keywords: *Entrepreneurship, scientific culture, integral formation, innovation*

Introducción

La enseñanza de las ciencias ha incorporado, desde la perspectiva docente, un sinnúmero de estrategias provenientes de las corrientes o paradigmas psicopedagógicos de cada época. En la actualidad se sigue un modelo de construcción del aprendizaje y apropiación del entorno a partir de la experimentación, la revisión de teorías y conocimientos previos, el diálogo de las ideas y la formulación de modelos. Estas tareas son apoyadas con el uso, cada vez más pertinente, de la tecnología disponible e insoslayablemente de las habilidades de comunicación y destrezas sociales y autogestoras desarrolladas.

Gracias al logro de una filosofía educativa basada en el *aprender* (Delors, 1997), asociada con un humanismo que resalta a la persona humana, así como sus ha-

bilidades y potencialidades, los modelos educativos contemporáneos se orientan hacia la formación integral de los individuos en sociedad. Pero, así como se establece una metodología de formación integral en donde se abordan, además de los contenidos académicos interdisciplinarios, aspectos relacionados con factores sociales como la violencia, la nutrición, las adicciones y la sexualidad; habilidades deportivas, formación artística o espacios de comunicación y una amplia oferta cultural, existe un rezago puntual en el vínculo entre la escuela y la vida. Diversos autores han planteado reflexiones y modelos para abordar este conflicto, como lo aborda Díaz Barriga Arceo (2006) que caracteriza la *enseñanza reflexiva* y los distintos capítulos de su *Enseñanza situada.*

A manera de propuesta educativa, se realizó una investigación relacionada con el paradigma emergente del emprendimiento o cultura emprendedora en la escuela, con base en tres fuentes complementarias: el análisis de experiencias y reportes de proyectos emprendedores juveniles, los documentos sobre cultura emprendedora para el siglo XXI de la UNESCO y una serie de entrevistas a jóvenes emprendedores con experiencia en aspectos educativos. Esta propuesta pretende ser un punto de reflexión al contexto curricular y a los modelos integrales de educación, para acortar la brecha entre la formación escolar y el proyecto de vida de los estudiantes.

Juventud y ciencia

Para Prado Rodríguez y Carrillo (2012, pp. 5-9), según Ranulfo Romo Trujillo, para ser científico no es suficiente el conocimiento, sino que hay que poseer ciertas actitudes: hay que aprender a soñar, a vencer la frustración, a ser perseverante y paciente. Además, Jorge Aceves Ruiz, enaltece la entrega y califica al proceso de la investigación como una adicción debido a que "produce una satisfacción que envicía".

Estas actitudes y la satisfacción por la ciencia, no se desarrollan de manera espontánea, sino que son parte de un largo proceso de creación de cada individuo. Semejante cambio requiere un terreno bien abonado por aspectos como la libertad, la conciencia de comunidad, un clima de oportunidades, mucha reflexión y como diría el profesor Escalante en *Con ganas de triunfar*: ¡Ganas!

Aquí está entonces un reto maravilloso en el que distintos niveles de gestión educativa pueden y deben intervenir, un proyecto que permite el desarrollo creativo, el análisis de necesidades, el fortalecimiento en la toma de decisiones, la solución de problemas y la creación propia de oportunidades. Y el momento indicado para fomentar estas actitudes es la adolescencia.

Los jóvenes no solamente son en términos etarios quienes serán los protagonistas sociales de los años venideros, sino que, además, se encuentran en "la etapa en que se gesta el proyecto de vida personal, es decir, qué harán de su vida mientras se hacen a sí mismo [y] cómo pueden lograrlo" (Zamora Borge, 2013, p. 59).

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

Jóvenes emprendedores

Trabajar con jóvenes en proyectos científicos plantea una pregunta importante: ¿cómo puedo hacerles llegar un mensaje que les impulse a ver la ciencia como parte de su vida?, Burgos Ruiz (2004) plantea algunas ideas en torno a este complicado acertijo. Debido a que el perfil de los jóvenes es tan variado respecto a intereses, aptitudes y gusto por los temas de ciencia, necesitamos partir de la premisa de que nos enfrentamos a un público inteligente y exigente, que conserva su curiosidad y capacidad de asombro. Estas dos últimas características son esenciales, pues cuestionar ciertas ideas insólitas o entender cómo obtienen resultados los científicos, pueden ser la clave. Además, la vinculación entre un tema científico y la posibilidad de proponer soluciones implica una estructura atrayente para los jóvenes (Dirección General, 2009). Los temas abordados no tienen que ser necesariamente de vanguardia, pero su tratamiento sí. El medio debe ser claro, retador y concluyente.

Una vez en el contexto de la planeación educativa, la escuela transforma de forma exitosa la curiosidad y el asombro en dos términos comúnmente usados: creatividad e innovación;

mera es una capacidad humana, quizá natural o desarrollada, pero que es afectada fuertemente por el componente psicológico y que es tierra fértil para el desarrollo de la innovación en todos los aspectos ideológicos. La promoción de cambios basados en ideas creativas es lo que puede resultar en proyectos innovadores (Ríos Muñoz y Reinoso Hernández, 2008).

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2012

Y ¿dónde queda el emprendedurismo? Si bien este concepto no es tan cotidiano para el entorno educativo, muchas escuelas públicas y privadas (Secretaría de Educación Pública, 2014), basadas en los mecanismos de innovación existentes, apuestan por fomentar en sus educandos el reconocimiento de las ideas innovadoras y la creación de valor en las mismas. En algunos casos esto se logra con la implementación de seminarios, talleres, concursos o formación curricular especializada, pero en otros, el cambio surge desde la visión de los docentes (De la Herrán Gascón, 2003), los cuales, preocupados en crear oportunidades para dejar brotar la creatividad y mostrando el gusto por lo que se hace y se aprende, impulsan la participación de los alumnos en proyectos directamente relacionados con la resolución de un problema cotidiano o la satisfacción de una necesidad social. Además, encauzan la implementación de esta idea para generar confianza y satisfacción en los jóvenes a partir de la motivación, la pasión y el liderazgo.

Tal es el caso de alumnos que han participado en certámenes locales, nacionales e internacionales en donde se ha reconocido la capacidad de trabajo en equipo para lograr proyectos sociales, científicos y culturales que puedan transformar su entorno y mejorar condiciones que ellos mismos hallan identificado como problemáticas. Actualmente esto se transforma en noticia en el entorno de la comunidad educativa local, pero deberá ser con el tiempo, una actividad cotidiana en donde todos los sectores participen y se logren beneficios trascendentes.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

Casos de éxito

El desarrollo de la creatividad se enmarca claramente en el mundo de las ideas, en el espacio de la mente en donde coexisten sueños, necesidades y aspiraciones. Para los docentes no siempre es sencillo adaptar técnicas y procesos pedagógicos al perfil de cada uno de los estudiantes en el contexto de una asignatura específica, pero las satisfacciones producto del desarrollo de nuevos métodos, secuencias didácticas, proyectos o participación de los estudiantes en foros o concursos externos, siempre son un aliciente que se transforma en energía de innovación. Existen una variedad de ideas emprendedoras, sugerir algunas a los jóvenes hace que despierten en ellos otras tantas, por ejemplo: salud y bienestar, mascotas, productos ecoamigables, aplicaciones móviles, alimentos y bebidas, enseñanza de la tecnología, comercio digital, diseños y moda, huertos urbanos, etcétera.

A continuación, se presentan un par de ejemplos de proyectos en donde la creatividad, la innovación y el emprendimiento se encuentran con ideas o deberes escolares propios del bachillerato.

Laboratorio gourmet

Después de una visita a algunos viñedos de Querétaro, como actividad extraescolar en la clase de Química, algunos estudiantes presentaron audios, videos y carteles alusivos al proceso de producción del vino tinto; fue sorprendente la cantidad de enfoques e ideas sobre las cuales basaron sus productos de investigación. Algunos estuvieron interesados en las distintas variedades de uvas y sus propiedades organolépticas, otros se enfocaron en el proceso biológico de siembra, crecimiento y producción, algunos más diseñaron modelos matemáticos para explicar el proceso de fermentación y las distintas variables como temperatura, oxígeno disuelto, concentración de azúcares o pH.

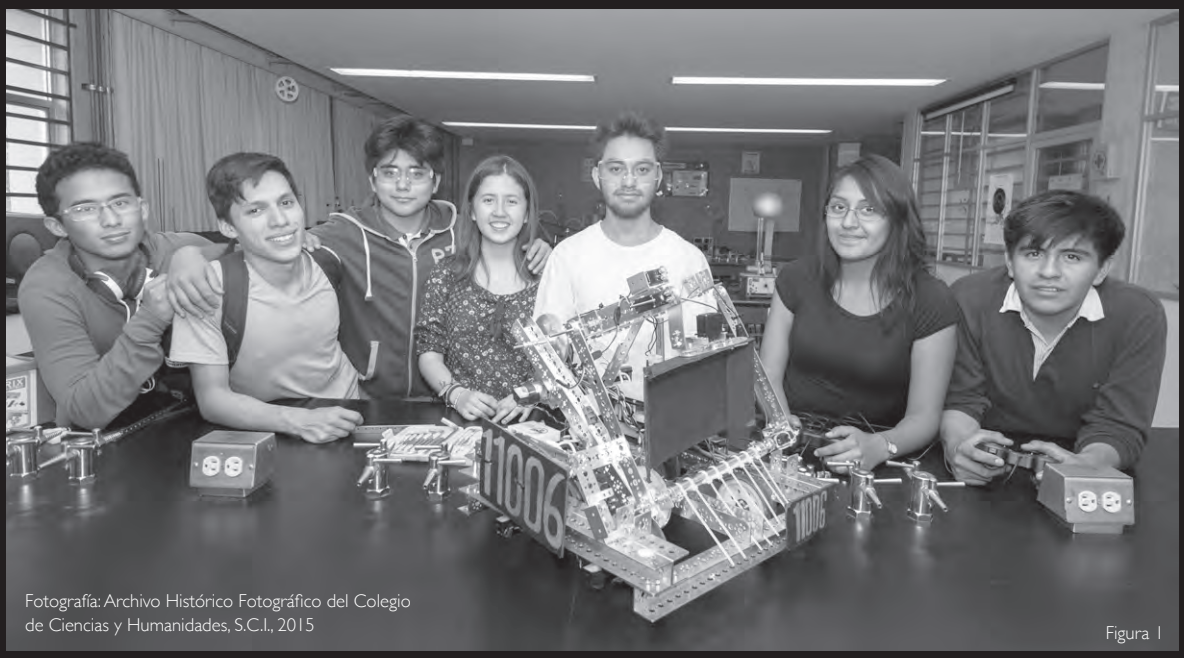
De estas presentaciones se derivó el interés por conocer la química desde los alimentos. El resto del curso se enfocó en gran medida en el desarrollo de los temas teóricos con un enfoque en las tecnologías de alimentos. Hablamos de soluciones, métodos de separación, reacciones químicas y propiedades de las mezclas, estudiamos los procesos de oxidación y muchas de las biomoléculas; desarrollamos proyectos con pastas, cremas, soluciones nutritivas, mermeladas, hasta balanceamos dietas para distintos tipos de personas. Pero eso no paró ahí, se creó una inercia por generar proyectos como los que habían visto en el viñedo: empresas familiares que llegaron a convertirse en grandes productores y distribuidores nacionales e internacionales. ¿Qué se hace como maestro cuando todo un grupo tiene las ganas y el gusto por aprender e innovar?

Las presentaciones finales incluían no sólo el protocolo de laboratorio y los resultados físico-químicos, sino también un diseño de marca, un pequeño estudio de mercado, etiquetado nutrimental, un comercial para radio o televisión y, finalmente, el producto terminado. Desde entonces nunca he dejado de sorprenderme de todo el potencial que puede despertar impulsarlos y motivarlos y, a su vez, ellos nos muestran que existen ideas y proyectos distintos a los que nos imaginamos.

Robot de rescate

Para un grupo de estudiantes de opciones técnicas (figura 1), la invitación a participar en el reto *Res-Q*, organizado por *First Tech Challenge* y patrocinado por la Embajada de los Estado Unidos fue una bomba de inventiva, motivación y arduo trabajo. Al presentarles la idea existía una gran oportunidad cargada de mucho compromiso: comenzamos explicando aspectos generales del concurso, ya que el objetivo era diseñar, armar y operar un robot prototipo que pudiera servir para labores de rescate en situaciones de desastre. Posteriormente vino la presentación de los materiales, las ideas de diseño, las características del concurso y las discusiones sobre sus propias ideas para la construcción y programación del robot. Ellos pudieron organizarse rápidamente, adoptar roles específicos y avanzar a pasos agigantados, superando de forma casi autónoma los problemas que se presentaban. Si faltaba material, se compraba o se buscaba patrocinio, si había problemas técnicos recurrían a otros profesores o alumnos de facultades, si necesitaban algo, lo conseguían.

Al llegar el día del concurso, y a pesar de haber dormido sólo algunas horas durante los días anteriores, pudieron ir escalando niveles, sumando puntos y venciendo a otros equipos estatales.



Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2015

Figura 1

Se presentaron serios problemas, pero finalmente llegaron a ser finalistas y a sentirse satisfechos por haber superado esta prueba. Quizá nunca lo reflexionaron así, pero al verlos gritar esos "goyas" en plena competencia no sólo estaba cumplida la misión académica sino también se habían logrado despertar una serie de cualidades y habilidades como el trabajo en equipo, el espíritu de compromiso y mucha creatividad y pasión por lo que se emprende.

Cultura emprendedora

En el contexto internacional, este concepto ha sido estudiado desde múltiples perspectivas con el objetivo de generar un cambio generacional que contribuya al desarrollo de innovaciones productivas y al mejoramiento de las condiciones de vida a escala global. Desde los círculos académicos, políticos, de organizaciones no gubernamentales y organismos internacionales, se han desarrollado propuestas para permear la necesidad de impulsar el talento y convertir la energía y la capacidad de innovación en productos, bienes, servicios e ideas con valor.

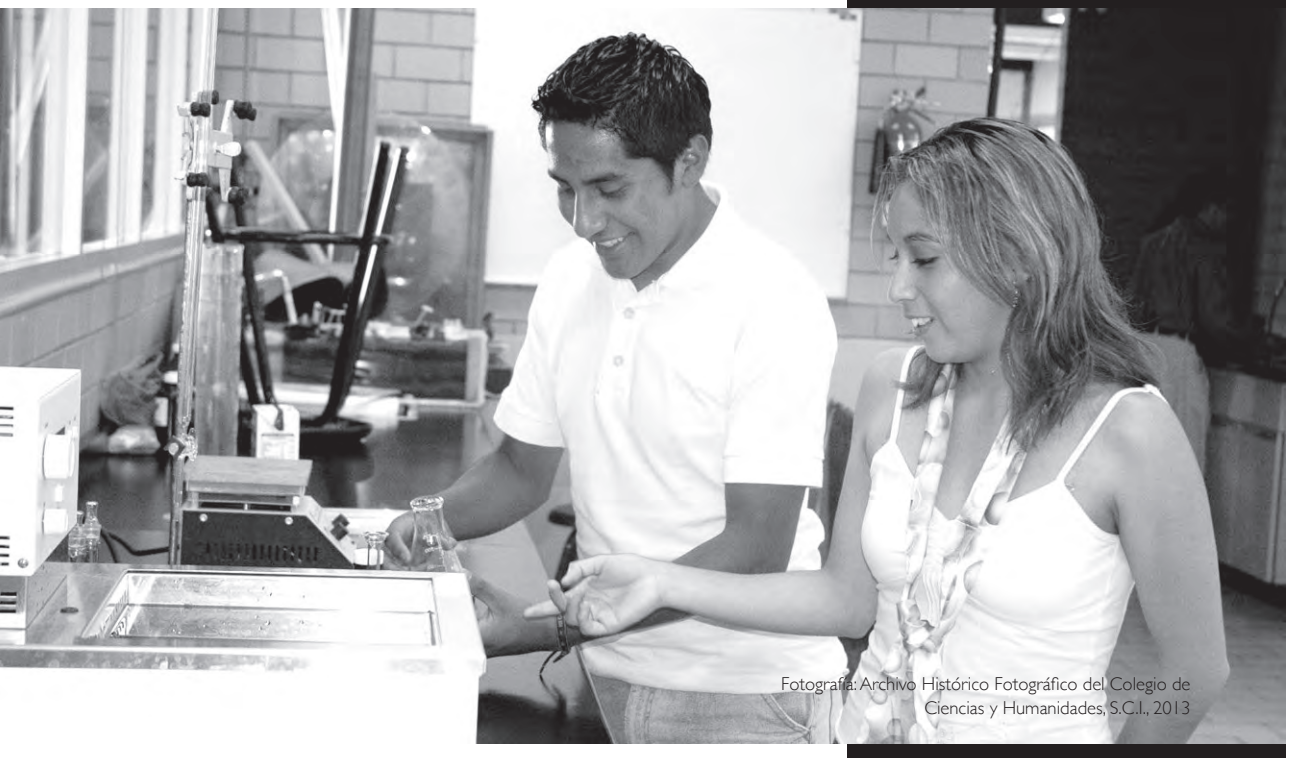
No es casualidad encontrar relacionados los temas de juventud y emprendimiento. Mientras que los jóvenes representan en la sociedad una fuerza potencialmente transformadora y son ellos mismos quienes en muchas ocasiones no gozan de una estabilidad social y económica y se ven vulnerables ante fenómenos como el desarrollo personal, la migración, la falta de oportunidades laborales, etcétera, el desarrollo emprendedor (UNESCO-ILO, 2006) se vislumbra como uno de los posibles caminos hacia el empoderamiento, la transformación social, el mejoramiento de las condiciones de vida y el éxito personal.

La personalidad de un emprendedor se caracteriza por ser reflexiva y al mismo tiempo ágil, flexible y de fácil adaptación, analítica y con proyección a escala, además de que desarrolla en el individuo una conciencia social, alta adaptación a trabajo colaborativo, compromiso y búsqueda de la autorrealización personal.

Si bien, incorporar este tópico a la curricula escolar podría ser sinónimo de programas específicos, mayor inversión, incremento de horas de estudio e infraestructura, en muchas experiencias a nivel internacional, se ha tenido éxito mediante pequeños cambios y con el apoyo de programas sociales y gubernamentales existentes u otros vinculados a las universidades –como es el caso de las incubadoras de negocios, aceleradoras y fondeadoras– y grupos de emprendedores.

A la vista, es reto y oportunidad. Precisa el compromiso de los actores involucrados y la generación de condiciones especiales, y a la vez, permite conectar de manera natural, tanto los intereses de los estudiantes y las capacidades para transformar una idea en realidad como los objetivos pedagógicos, los aprendizajes y la interdisciplina científica.

Aunque el espacio del aula puede ser el inicio de proyectos transformadores, éste no es el único en el que pueden desarrollarse las capacidades emprendedoras de los jóvenes, sino que, en la medida de lo posible, pueden fomentarse la creación y el establecimiento de centros de apoyo a estos proyectos para poderlos transformar de manera exitosa a la escala que se requiere.



Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2013

En entrevista

Para cada idea o nuevo proyecto existe un camino distinto, compuesto de retos particulares, beneficios y problemas específicos y tiempos de maduración y creación adaptados al proyecto. Pero en todos los casos, contar con ayuda especializada es siempre algo gratificante. En entrevista, el maestro Daniel Rocha (2016), especialista en asuntos científicos de la embajada norteamericana, enfatiza la formación de habilidades de emprendimiento ya que asegura que los grandes retos globales deben ser abordados por jóvenes proactivos en el campo STEM[1], además de ser áreas con gran proyección y con muy buenos ingresos.

Por su parte, la ingeniera Carolina Vanegas (2016), especialista de la industria farmacéutica, reflexiona sobre la formación del proyecto de vida, el gusto por el descubrimiento y la satisfacción producida por la capacidad para resolver situaciones complejas y llevar a buen término los proyectos que se emprendan. Menciona que una manera significativa de aprender es la vivencial, la cual otorga una visión y un carácter holístico que permanecen en el individuo.

Finalmente, el doctor Leonardo Martínez (2016), con estudios de biotecnología en la Universidad de Cambridge, emprendedor y fundador de Colorimetrix, distingue como ideas clave el entendimiento de las cosas y el sentido común, pone énfasis en la capacidad de implementar ideas creativas y asegura que la autocrítica es base del proceso de crecimiento emprendedor.

Conclusión

Los procesos educativos en el campo de las ciencias son siempre dinámicos, ostentan fama de complejos, pero también despiertan la avidez por el conocimiento, cuando reciben –por parte de los profesores– un tratamiento amigable. Despertar la curiosidad en la mente de los jóvenes nutre el espíritu de quien enseña e impulsa su compromiso por diversificar su manera de mover conciencias y paladear nuevas ideas.

En la transformación de estas ideas, que contribuyan al mejoramiento del entorno social y que generen oportunidades de desarrollo para los jóvenes, el emprendimiento es una realidad que no sólo contribuye al individuo, sino que vincula el ambiente educativo con las necesidades locales y su solución.

El análisis, la creatividad, la innovación, la implementación y la continua evaluación, soportadas por un sólido equipo, comprometido con el proyecto y el beneficio de todos (figura 2), dan cuenta de que este esquema –otrora empresarial– es una oportunidad con gran potencial para los sistemas educativos preocupados por la formación integral de sus estudiantes. En términos didácticos no hay una receta, sino una serie de recomendaciones para la viabilidad de este tipo de actividades:

–Los retos son una gran idea para despertar la creatividad, hay que generar un buen diseño y someterlo a prueba. Mantener los ojos bien abiertos y la mente siempre ágil permite conocer a los estudiantes y proponer situaciones a la medida.

–Aunque las visitas escolares pueden ser complicadas y en ocasiones de mucha responsabilidad, pueden llevarse a cabo en sitios cercanos y controlados. Ver la ciencia desde cerca es un duro golpe para la apatía y siempre despierta la curiosidad.

–Hay que enseñar a los alumnos a ser analíticos y cuestionar su entorno, preguntarse por mejores o nuevas opciones para resolver los problemas o para hacer las cosas.

–Aprender del error y del fracaso es algo que sólo se aprende por cuenta propia. El autoconocimiento y la retroalimentación siempre ayudan a continuar a paso firme.

1 Siglas en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.

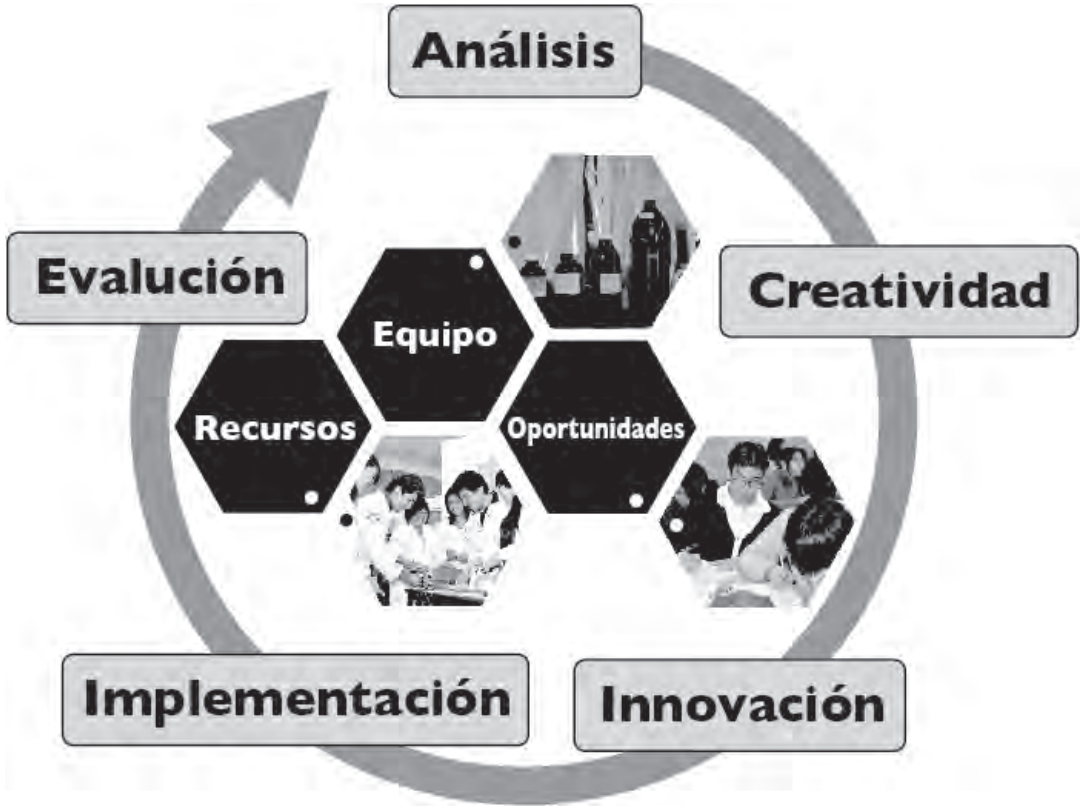


Figura 2. Fases (exterior) y elementos (centro) del proceso emprendedor. Las imágenes representan (de izquierda a derecha): la juventud, las ideas y la ciencia (Acha, 2009; Nayab, 2013).

Referencias

Acha, I. (2009). Dar vida a las ideas. *Revista Aula de innovación educativa*. Recuperado de http://grao.com/revistas/aula/182-competencia-en-iniciativa-y-espiritu-emprendedor/dar-vida-a-las-ideas

Burgos Ruiz, E. (2004). Como aproximar os jovens da ciência? En D. Dickinson, *Guia de Divulgação Científica* (trad. E. Márquez Fragoso). Brasil: SciDev.Net.

De la Herrán Gascón, A. (2003). *Creatividad total y formación profunda de los profesores*. España: Univerdsidad Autónoma de Madrid.

Delors, J. (1997). *La educación encierra un tesoro.* México: Dower.

Díaz Barriga Arceo, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw Hill.

Dirección General (2009). *Perfil del alumno del CCH y su comportamiento escolar. Diagnóstico Académico*. México: Colegio de Ciencias y Humanidades.

Martínez Hurtado, J. (2016). *Emprendedurismo y enseñanza de las ciencias*. (Entrevistador E. Márquez Fragoso).

Nayab, N. (2013). *Understanding the Timmons model of entrepreneurship*. Recuperado de http://www.brighthub.com/office/entrepreneurs/articles/73336.aspx

Prado Rodríguez, C., y Carrillo, P. (2012). De alumno a Premio Nacional de Ciencias. *Eutopía,* 5-11.

Ríos Muñoz, D., y Reinoso Hernández, J. (2008). *Proyectos de innovación educativa*. Chile: Universidad de Santiago de Chile.

Rocha Lay, D. (2016). *Emprendedurismo STEM*. (Entrevistador E. Márquez Fragoso).

Secretaría de Educación Pública. (2014). *Sistema Nacional de Bachillerato.* Obtenido de http://www.sems.gob.mx/en_mx/sems/sistema_nacional_bachillerato

UNESCO-ILO. (2006). *Towards an entrepreneurial culture for the twenty-first century.* Recuperado de http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001470/147057e.pdf

Vanegas López, L. C. (2016). *Proyecto de vida, emprendedurismo y ciencia*. (Entrevistador E. Márquez Fragoso).

Zamora Borge, P. (2013). La construcción de la identidad en la adolescencia. *Eutopía*, *19*, 57-63.

VALORES y humanismo en la ENSEÑANZA de las CIENCIAS EXPERIMENTALES

Recibido: 2/09/2016
Aprobado: 28/09/2016

Elisa Silvana Palomares Torres

Resumen:
El presente artículo tiene como propósito principal reflexionar sobre la importancia de los valores humanos y éticos en la enseñanza de las ciencias experimentales que contribuya a la generación de estudiantes proactivos frente a los problemas morales y ecológicos que plantea el desarrollo científico-tecnológico contemporáneo. Para ello, se analizan distintas concepciones de ciencia y tecnología a fin de redimir su carácter social y humano, como sistemas dinámicos intencionales. Al final, se pondera el modelo educativo del CCH y su carácter humanista a la luz de las exigencias del siglo XXI.

Palabras clave: valores, ética, decisiones, ciencia, tecnología, educación humanística.

Abstract:
This paper has as its main purpose to reflect on the importance of human and ethical values in teaching the experimental sciences which contributes to the generation of proactive students against moral and ecological problems posed by the contemporary scientific and technological development. This will analyze the different conceptions of science and technology in order to redeem their social and human character, as intentional dynamic systems. In the end, is weighted the educational model of the CCH and its humanistic character based on the demands of the twenty-first century.

Key words: *values, ethics, decisions, science, technology, humanistic education.*

Introducción

¿Por qué es importante hablar de valores en la enseñanza de las ciencias experimentales en el bachillerato universitario? Esta es la pregunta central del presente ensayo y de la que pretendemos partir para hacer algunas reflexiones encaminadas a revalorizar el modelo educativo del CCH en el contexto del siglo XXI; urge el surgimiento de una visión más humanista del desarrollo científico tecnológico, en la que la escuela constituye un agente de cambio importante con la formación de individuos proactivos que contribuyan a construir una sociedad diferente, más empática con la naturaleza y la diversidad cultural.

Los principios filosóficos del Colegio señalan un modelo de educación distinto, basado en tres pilares fundamentales que reivindican a los estudiantes como agentes activos, como sujetos cognoscentes plenos. Estos son: aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a ser. Todos ellos expresan una visión humanista de la educación, es decir, colocan en un papel central a los individuos y a la colectividad como ejes en la creación de conocimiento y en la modelación de un entorno benéfico para el procomún (Lafuente, 2009, p. 9). Bajo la misma perspectiva, los programas de estudio de las distintas áreas y específicamente en ciencias experimentales, asumen una visión humanista de la ciencia y la tecnología que sitúa a los estudiantes no sólo como agentes de conocimiento, sino como sujetos con agencia o capacidad de gestión.

No obstante, pese a los avances que se han dado en la didáctica de las ciencias experimentales en lo referente a la adquisición de conocimientos y al dominio de métodos experimentales en el nivel medio superior, se ha progresado relativamente poco en la reflexión sobre los valores humanos (axiología) y el planteamiento de problemas éticos vinculados a la actividad científica y tecnológica, los cuales deben prevalecer ahora más que nunca por el impacto de estas actividades. Esto se debe en gran medida a una cuestión estructural de la ciencia y la tecnología en el mundo actual, relacionada con las distintas imágenes que se tienen de éstas y como confluyen en la escuela, los medios de comunicación, la comunidad científica, el arte, etcétera. Todas ellas dificultan tener una visión integral sobre qué son la ciencia y la tecnología y su concordancia con los valores humanos (Olivé, 2000, p. 42).

A continuación desglosaremos brevemente las diferentes visiones de la ciencia que existen en el mundo contemporáneo para entender cómo impactan en la enseñanza de las ciencias experimentales y después replantearemos el problema de los valores en la educación científica a partir de la construcción de un *ethos* científico humanista que reivindique los valores humanos y los principios del Colegio.

Los rostros de la ciencia y la tecnología

Hoy en día es difícil negar la enorme influencia que tienen la ciencia y la tecnología sobre nuestra sociedad. Prácticamente todas las actividades que realizamos a diario están mediadas por el saber científico o tecnológico, la alimentación, la salud, la producción, el transporte, la comunicación, el entretenimiento, el conocimiento, entre muchas otras (Hobsbawm, 2000, p. 516). El desarrollo que ha experimentado la ciencia durante el siglo XX y hasta el presente es un fenómeno inédito en la historia. Gracias a su relación con los Estados nacionales y, en tiempos más recientes, con los intereses industriales y del gran Capital, la ciencia ha avanzado a pasos agigantados en distintos campos del conocimiento como el de la genómica, los materiales, la medicina o las tecnologías de comunicación, por mencionar sólo los más conocidos (Echeverría, 2003, p. 30). Esta preeminencia de la ciencia y la tecnología sobre otras formas de saber ha generado una visión idealizada y poco humana de lo que realmente son, como si se trataran de entidades ajenas al hombre, por lo que resulta difícil cuestionarlas e incluso visualizarlas de manera diferente.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

El pensamiento ilustrado y racionalista del siglo XVII, del llamado siglo de las luces, nos heredó una concepción de la ciencia que sigue vigente en muchos sentidos. Este concepto considera a la ciencia como un conjunto de teorías, conocimientos, métodos y axiomas que constituyen un corpus ordenado y fidedigno de saberes sobre la naturaleza y el hombre y cuyo desarrollo ha estado exento de influencias externas importantes, más bien ha sido producto de la razón pero concebida como una entidad aislada (Medina, 1983, p. 55). Sin lugar a dudas ésta es una definición clásica de la ciencia que resulta insuficiente a la hora de explicar los fenómenos –vinculados a las consecuencias no previstas de la ciencia y la tecnología en la naturaleza y el hombre– que estamos experimentando. Tal idea se ha creado desde la propia actividad de los sabios a partir de la modernidad temprana, desde la comunidad científica y las diferentes instituciones de educación superior y de investigación en el presente, quienes definen los perfiles de las disciplinas científicas. Esta visión de la ciencia y la tecnología es conocida como "internalista", pues mira hacia el interior de los grupos académicos, al mismo tiempo que refuerza su sentido de identidad (Fefer, 2005, p. 5). En la opinión de León Olivé esta caracterización correspondería a la *imagen científica.*

De la misma manera, la ciencia y la tecnología también ostentan otros rostros que miran hacia el exterior, hacia la sociedad y las estructuras políticas y económicas. Uno de ellos compete a la *imagen pública de la ciencia* que "se forma en gran medida por la labor profesional de los medios de comunicación y en particular por los medios de comunicación de la ciencia que se han desarrollado en las últimas décadas" (Olivé, 2000, p. 43). Con frecuencia, este rostro exhibe una imagen estereotipada del quehacer científico y a veces genera una visión extremista sobre sus alcances.

Finalmente, hallamos una tercera cara de la ciencia y la tecnología que también mira hacia el exterior. Ésta exhibe su desarrollo como un producto humano, perfectible y susceptible al devenir histórico, es decir, a los sistemas sociales, políticos y económicos. En los primeros estudios humanísticos sobre ciencia y tecnología se conoció a esta perspectiva como "externalista" y mostró la relación estrecha entre la producción de conocimiento científico-técnico y la esfera socioeconómica (Bernal, 1967; Kuhn, 1962). Años más tarde, numerosos sociólogos, filósofos e historiadores de la ciencia simpatizantes de esta vertiente comenzaron a hablar de "prácticas científicas" para señalar que la ciencia no sólo se trataba de un corpus de conocimientos certificado, sino era además una actividad humana con intereses humanos diversos (Latour, 1995).

Los distintos rostros de la ciencia y la tecnología nos revelan parte de sus características, pero difícilmente tendremos una visión completa de ambas si los miramos de manera aislada. Pese a ello, la visión científica y pública han ejercido gran influencia sobre la concepción que tenemos del desarrollo científico-tecnológico, en especial en el ámbito educativo, espacio donde forjamos buena parte de estas ideas y actitudes. Con frecuencia, en la escuela se deja de lado el carácter social e institucional que han adquirido la ciencia y la tecnología en el mundo contemporáneo y los cuales deberían ser incluidos en el aula para generar reflexiones sobre los problemas éticos que plantea el conocimiento científico-tecnológico hoy, así como en el planteamiento de soluciones y proyectos que beneficien al procomún.

La enseñanza de las Ciencias Experimentales en la era tecnocientífica

Si estamos en el entendido de que la ciencia y la tecnología no sólo constituyen un corpus de conocimientos teóricos y prácticos certificados, sino además son un conjunto de actividades humanas con una compleja estructura institucional que impacta al resto de las esferas sociales, sería conveniente comenzar a pensar la didáctica de las ciencias experimentales desde otra perspectiva.

Sin duda, el lugar preponderante que tienen la ciencia y la tecnología hoy en día respecto de otras tradiciones de conocimiento implica asumir mayores responsabilidades con el desarrollo humano y la preservación de la naturaleza. Esto nos lleva a pensar en la dimensión axiológica de la ciencia, es decir, nos muestra por un lado, la relación existente entre valores y conocimiento científico y, por otro, la intencionalidad del saber científico-tecnológico y sus artefactos para generar beneficios o perjuicios al medio ambiente y al hombre (Bunge, 1996, p. 15). Considerar las prácticas, las instituciones y los instrumentos tecno-científicos como *sistemas intencionales* orientados hacia el logro de ciertos fines (Quintanilla, 1996, p. 315), puede ser la base para generar una didáctica de las ciencias más humana que implique la presencia de valores, deseos e intereses desde la propia generación del conocimiento y no sólo como accesorio al saber científico "por naturaleza neutral".

Además, considerar la ciencia y la tecnología como *sistemas intencionales* no sólo implica la presencia de valores, sino la generación de una serie de actitudes proactivas hacia nuestro entorno. De este modo, la recuperación del sujeto en su proceso de aprendizaje se expresa a través de la capacidad de acción o de gestión sobre

situaciones diversas que le competen a su localidad, ciudad, nación e, incluso, al mundo. Dicho en otras palabras, esta postura conlleva a la toma de decisiones reflexionadas y sustentadas, así como al análisis de los fines del conocimiento científico-tecnológico, características esenciales de los ciudadanos en las sociedades del conocimiento.

En la era tecnocientífica donde los intereses del mercado y las grandes empresas están generando conocimiento científico-tecnológico de punta con fines lucrativos y de depredación de los recursos naturales, urge la inclusión de la perspectiva social y ética de la ciencia y la tecnología desde los niveles de educación básicos, previos a la profesionalización (Echeverría, 2005, p. 11). En ese sentido, el modelo educativo del Colegio plantea una visión humanista y crítica de la educación que pone énfasis precisamente en el carácter activo de los estudiantes para la transformación de la sociedad. Es preciso recuperar este sentido de avanzada de los principios de nuestra institución y traerlos a las necesidades de la sociedad actual vinculadas a la creación de ciudadanos proactivos, responsables e informados sobre los distintos aspectos científicos tecnológicos. De esta manera, los programas de Ciencias Experimentales dentro del Colegio no sólo constituirán un cúmulo de conocimientos enciclopédicos, sino un conjunto de saberes inmersos en sistemas de acciones complejos, con valores, intereses e intenciones de diversos tipos que los estudiantes deben considerar dentro y fuera del aula.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

Por largo tiempo, se habló de un *ethos* científico basado en principios puristas de la ciencia que reivindicaban el carácter autónomo y enteramente epistémico del conocimiento científico-tecnológico. Algunos de estos principios eran la universalidad, el desinterés, la honestidad, la disciplina, el sacrificio, entre varios otros (Medina, 1983, p. 57). Estos valores tradicionales de la ciencia reforzaron la identidad de la comunidad científica y las características que debía poseer la producción de conocimiento científico-tecnológico institucional. No obstante, dada la presencia de fenómenos como la tecnociencia es preciso incluir a ésta lista otros valores relacionados con el enfoque ético de las disciplinas científicas.

La inclusión de valores éticos debería constituir en el futuro inmediato uno de los pilares de la didáctica de las ciencias a nivel bachillerato. Ello contribuiría a la construcción de un *ethos científico humanista* acorde con las exigencias de nuestro tiempo, que mire a la ciencia y a la tecnología, más allá de un conglomerado de hechos aislados de toda influencia externa, como sistemas dinámicos en los que intervienen distintos agentes, humanos, naturaleza e instrumentos en la generación de un conocimiento humano, perfectible y con posibles fines morales diversos.

Epílogo

A lo largo de este breve recorrido, hemos planteado la importancia de incluir los valores éticos en la enseñanza de las ciencias experimentales en el nivel bachillerato, a partir de la necesidad de generar individuos con mayor capacidad de reflexión, acción y gestión sobre cuestiones que plantea el desarrollo científico-tecnológico en la actualidad. Para ello hemos mostrado en líneas generales los distintos rostros de la ciencia y la tecnología que contribuyeron a entender porque resulta difícil incluir la dimensión axiológica en la didáctica de las ciencias experimentales, ya que se trata de un problema estructural y de percepción que hemos heredado de la sociedad ilustrada.

Sin lugar a dudas, la ciencia y la tecnología siguen siendo dos de nuestros mejores aliados para enfrentar los problemas del siglo XXI, pero debemos asumir una concepción más realista de éstas, acorde con los tiempos que vivimos, a fin de enfrentarnos con mejores herramientas a los fenómenos científico-tecnológicos que experimenta nuestra sociedad, como la llamada Tecnociencia. Para ello, consideramos importante mirar la ciencia y la tecnología, más que como un corpus de conocimiento, como un conjunto de prácticas, como *sistemas intencionale*s de acciones que ponen de nuevo en el centro a los individuos como creadores y gestores del conocimiento.

La enseñanza de las ciencias desde la perspectiva axiológica reivindica parte esencial de los principios filosóficos del Colegio, donde los estudiantes se descubren como individuos con capacidad de reflexión, crítica y acción sustentados en una concepción humanista del desarrollo científico-tecnológico. De ahí la propuesta de impulsar un nuevo *ethos científico* de este carácter que contemple el papel de los sujetos y de la comunidad como ejes de todo el saber y sus posibles aplicaciones. Aun así, el trabajo más difícil está por hacerse y es generar estrategias de trabajo en el aula que involucren los aspectos valorativos y éticos del conocimiento científico-tecnológico como parte intrínseca de los contenidos de las asignaturas y no como temas complementarios.

Referencias

Bernal, J.D. (1967). *Historia social de la ciencia.* Barcelona: Península.

Broncano, F. (ed.) (1995). *Nuevas meditaciones sobre la técnica*. Madrid: Trotta.

Broncano, F. (2006). *Entre ingenieros y ciudadanos. Filosofía de la técnica para días de democracia*. Barcelona: Montesinos.

Camps, V. *et al.* (2000). *Cuestiones éticas de la ciencia y la tecnología en el siglo XXI*. Bilbao: Serv. Ed. Universidad del País Vasco.

Echeverría, J. (2005). La revolución tecnocientífica. *Confines*. 9-15.

Medina Reis, E. (1983). La polémica internalismo externalismo. *Revista española de investigaciones sociológicas*, *23*, 53-76.

Kuhn, T. (2005). *Estructura de las Revoluciones Científicas*. México: FCE.

Latour, B. (1995). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza.

Quintanilla M. (1996). Educación moral y tecnológica. En Olivé y Villoro. *Filosofía moral, educación e historia. Homenaje a Fernando Salmerón.* México: UNAM.

NO PODEMOS mejorar LO que NO podemos MEDIR

La importancia de la medición en el trabajo experimental

Recibido: 18/08/2016
Aprobado: 3/10/2016

Saturnino Juan López y Gamiño

Resumen

Un objetivo toral en la formación del alumno en el CCH es tener la vivencia y la experiencia del método EXPERIMENTAL, éste dista mucho de cumplirse hoy. De ahí que desde la primera clase haya que hacer énfasis en que el método de estudio de las Ciencias Experimentales es el experimental y esto implica hacer experimentos, no "prácticas", una idea muy arraigada por los alumnos. Si consideramos además que "todas las ciencias han pasado por una evolución que va de conceptos meramente clasificatorios a conceptos métricos [...] [Es decir,] la traducción de la realidad a lenguaje matemático" deben, por tanto, establecerse experimentos que involucren medidas. Hablar de mediciones implica necesariamente algún criterio para validarlas y cualquier criterio utilizado obliga a realizar réplicas de las mismas. Sin importar el número de réplicas, un criterio de fácil manejo es el Coeficiente de Variación.

Palabras clave: Ciencias Experimentales, método experimental, experimentos, réplicas, Coeficiente de Variación.

Abstract

A goal in the training of students in the CCH is to have the experience and expertise of the experimental method, it is far from fulfilled today. So from the first class has to be emphasized that the study method of Experimental Sciences is the experimental method and this involves doing experiments, not "practical", an idea rooted by students. Considering also that "all sciences have gone through an evolution from merely classificatory concepts to metrical concepts [...] [That is,] the translation of reality into mathematical language" should therefore be established involving experiments measurements. Speaking of measurements necessarily involves some criteria to validate and any criteria used to make replicas require them. No matter how many of replicas, a criterion easy to use is the Coefficient of Variation.

Keywords: *Experimental Sciences, experimental method, experiments, replicas, Coefficient of Variation.*

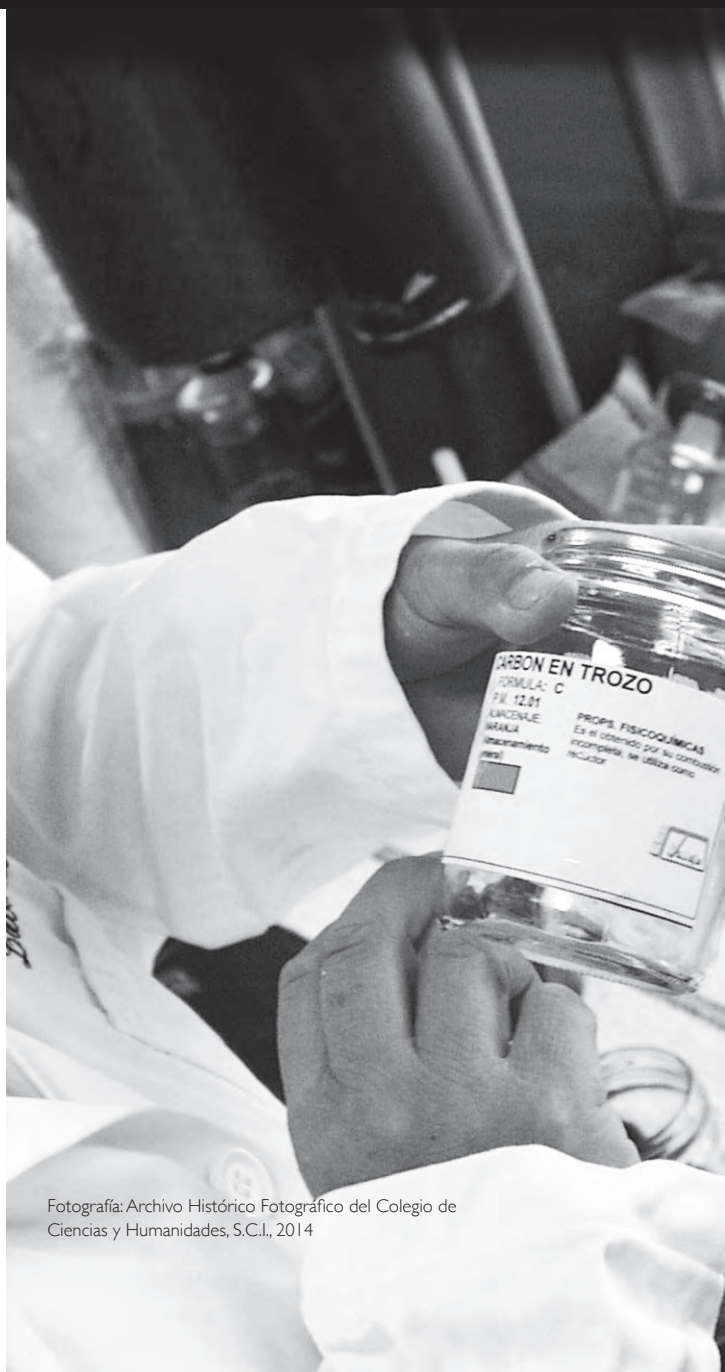
> Los procedimientos didácticos en sí mismos no propician la actividad o pasividad del alumno. Esto depende de la inteligente selección, organización y aplicación que el profesor haga de los procedimientos, para lograr los objetivos propuestos y no del abuso que haga de los que "estén de moda".
> –Hugo Roberto Tricárico

"Proporcionar una preparación que hace énfasis en las materias básicas para la formación del estudiante; esto es, en aquellas materias que le permitan tener la vivencia y la experiencia del método EXPERIMENTAL…" (González, 1971, p. 7) –las mayúsculas y negritas son mías. Éste es un objetivo toral en la esencia del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) que hoy en día no se está cumpliendo; no por "vejez", aunque algunos digan que 45 años son muchos[1], sino porque algunos profesores lo han olvidado y otros lo desconocen. Recurriendo a Perogrullo, las ciencias experimentales tienen este carácter porque se hacen experimentos. Recuerdo en los primeros años del Colegio, al menos en nuestro plantel, de cinco horas a la semana, cuatro eran para experimentar y una, los viernes, para llegar a conclusiones al respecto; pero como diría José José: "Ya lo pasado, pasado…".

¿Qué hacer, además de difundir con tesón, insistencia y ahínco los objetivos fundamentales del Colegio en la formación del CCH, para que nuestros alumnos tengan la vivencia y la experiencia del método experimental en las materias de estas ciencias? Acorde con el plan de estudios vigente, el primer contacto de los alumnos con las ciencias experimentales, es en la materia de Química I y desde la primera clase hay que hacer énfasis que en las Ciencias Experimentales, Química entre ellas, el método de estudio es experimental, es decir, se hacen experimentos, no se hacen "prácticas" para comprobar tal o cual cosa –idea muy arraigada entre los alumnos.

Estoy convencido de que las llamadas prácticas de laboratorio son el mejor ejemplo de lo que no debe hacerse en el Colegio en Ciencias Experimentales pues establecen paso a paso todo lo que debe hacer el alumno: objetivo, introducción, materiales, procedimiento, organización de resultados y, en algunos casos, hasta conclusiones. El trabajo experimental se reduce a seguir un catálogo de acciones preestablecidas, es totalmente pasivo, no hay oportunidad para que el alumno realice una búsqueda, desarrolle su creatividad y, lo más importante, cometa errores. En ocasiones, considero que se asemeja más a un proceso de capacitación que a uno educativo.

1 Hay objetivos e ideales atemporales, la UNAM como institución es un ejemplo de ello, sus objetivos son y seguirán siendo, los establecidos hace 71 años en su Ley Orgánica.



Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

Realizar experimentos, indicándoles a los alumnos únicamente el objetivo por alcanzar, concebidos "como pequeñas investigaciones que proporcionan las mejores situaciones de aprendizaje de los contenidos curriculares de las ciencias…" (Merino, 2007). "Si lo que se busca es que los alumnos encuentren la relación que existe entre diferencia de potencial y corriente eléctrica, el contenido será: Estudiar experimentalmente el pasaje de corriente en sólidos, líquidos y gases, y explorar qué relación existe (si existe) entre intensidad de corriente y la diferencia de potencial. Y no: Experimento: Ley de Ohm" (Tricárico, 2007, p. 40) o Comprobación de la Ley de Ohm. Es clara la diferencia de enfoque: en un caso redescubrimos el conocimiento, en otro, si bien nos va, seguimos una receta.

"Todas las ciencias han pasado por una evolución que va de conceptos meramente clasificatorios a conceptos métricos […] [Es decir,] la traducción de la realidad a lenguaje matemático…" (Linares, 2010, p. 95). Una evolución a considerar desde la primera actividad experimental: deben establecerse experimentos que involucren medidas; y hablar de mediciones, implica necesariamente algún criterio para validarlas, y cualquiera que éste sea, obliga a realizar réplicas de las mismas. Es impresionante como con una sola medición sacamos conclusiones a pesar de que ésta lleva, per se, cierta dosis de incertidumbre: error de experimentación (sistemático, determinado, equivocaciones) y error experimental (aleatorio, indeterminado). "Casi siempre existe la actitud de que los datos obtenidos usando algún dispositivo de medición sofisticado deben ser absolutamente correctos. ¡Esto de ninguna manera es cierto! ¡La variación existe dentro del sistema de medición!" (Management Developing Center, 1999, p. 84). En consecuencia, debemos validar las mediciones a través de réplicas. Surge entonces la pregunta: ¿cuántas réplicas hay qué hacer y cómo validarlas? Para el número de réplicas hay que conciliar dos argumentos antagónicos e importantes, el primero: a mayor número de réplicas mayor precisión en la medición, el segundo: a más réplicas hay un aumento en tiempo e insumos. En mi opinión, la mejor relación costo beneficio (anexo 1) se encuentra entre cinco o seis réplicas, y tal vez pueden parecer demasiadas; pero depende del experimento a realizar; si el objetivo es medir la masa del gas que se desprende de una tableta de Alka Seltzer, realizar cinco repeticiones es totalmente factible en una sesión de laboratorio, por el contrario, si el objetivo es encontrar la longitud y la masa de una molécula de ácido oleico, dos o tres reiteraciones podrán hacerse.

En cualquier caso deben validarse dichas mediciones, sin importar si son dos, tres, cuatro, cinco o seis réplicas, y para ello, un criterio de fácil manejo por los alumnos puede ser el porcentaje del Coeficiente de Variación (%CV=($\frac{s}{\bar{x}}$)100) por dos razones: la primera, el nombre mismo lo hace un concepto muy intuitivo y fácil de entender y, segundo, al ser función de la media aritmética ($\bar{X}$) y de la desviación estándar (s) nuestros alumnos saben, conocen y dominan con gran presteza la media aritmética, conocida por ellos como promedio. Referente a la desviación estándar, seguramente será su primer acercamiento a este parámetro estadístico; pero como usuarios, únicamente, bastará el manejo aritmético del mismo. El criterio para aceptar con un 95% de confianza el trabajo experimental realizado se muestra en la tabla 1 (Shirakov, 1985):

Tabla 1
Coeficiente de Variación máximo aceptado

Número de réplicas	2	3	4	6
Coeficiente de Variación ($CV=(\frac{s}{\bar{x}})100$)	3 %	4 %	5 %	6 %

El Coeficiente de Variación experimental debe ser igual o menor al valor de la tabla anterior, de lo contrario, el experimento no se considerará válido y por lo mismo habrá que repetirlo.

Repetir el experimento es magnífica oportunidad para analizar, todo el grupo, las posibles causas (instrumento de medición, método de medición y de trabajo, y falta de atención del experimentador) del por qué la precisión en las mediciones se malogró. No está por demás resaltar que en este análisis las aportaciones del profesor deben ser al final de la participación de los alumnos para completar el inventario de causas, y esto implica, necesariamente, su presencia ante los equipos de trabajo durante todo el tiempo que dure el experimento, para observar los equívocos que se están mostrando. Conociendo las causas posibles de error, se establecen las correcciones pertinentes y se desarrolla nuevamente el experimento. El coeficiente de variación debe disminuir; este proceso se repite las veces necesarias a criterio del profesor.

Una utilidad extra que conlleva calcular el coeficiente de variación es poder evaluar de manera objetiva el desarrollo experimental de cada uno de los equipos y el trabajo experimental de todo el grupo[2], pues se puede calcular el coeficiente de variación del equipo y de todo el grupo con las mediciones conjuntas. También es sencillo dar seguimiento, por equipo y/o grupal, a la mejora que se presenta cuando el experimento se repite. "Un experimento bien hecho es siempre positivo" (Bachelard, 1981, p. 15).

Al inicio del segundo párrafo de este documento, se indica que el primer acercamiento de nuestros alumnos con las ciencias experimentales es en la materia

2 Como si se "hiciera" un Estudio de Repetibilidad (r) y Reproducibilidad (R)

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2015

de Química I y, por lo mismo, se propone que las actividades experimentales principien alrededor del concepto de Densidad por varias razones: el concepto es conocido por ellos, es de fácil manipulación algebraica y permite determinar experimentalmente masa y volumen con el material más elemental que cualquier laboratorio debe tener: material de vidrio y balanza. Es importante establecerles, con anticipación, a los alumnos únicamente el objetivo del experimento: Medir el volumen de un sólido (regular e irregular), de un líquido y de un gas (el gas que se desprende de una tableta de Alka Seltzer) para que ellos investiguen cómo hacerlo y lo lleven a los hechos en el laboratorio. Ya que se tengan coeficientes de variación adecuados se procederá a medir la masa de un sólido (regular e irregular), de un líquido y de un gas (el gas que se desprende de una tableta de Alka Seltzer) con la misma dinámica para finalizar con la determinación de su densidad.

Cuando se determina la densidad experimentalmente, además del coeficiente de variación, se puede evaluar el trabajo realizado en el laboratorio comparando, a través del porcentaje de error, con los valores de densidad reportados en la literatura.

Ya manipulado el concepto de densidad para un sólido, líquido y gas, el siguiente objetivo es determinar experimentalmente el espesor de una hoja de papel aluminio (del empleado en la cocina de casa) de 40 cm de largo y todo lo ancho de nuestro papel sin medir físicamente dicho espesor; una vez que tenemos éxito en esta actividad, estamos en posibilidades para estimar experimentalmente la longitud de una molécula de ácido oleico; actividad experimental que demuestra a nuestros alumnos que con mediciones realizadas por ellos, en nuestro laboratorio, con material de lo más elemental, es posible hacer determinaciones en el mundo microscópico de las moléculas, y que si trabajamos bien, podemos obtener resultados equiparables a los reportados en la literatura. No necesitamos materiales ni equipos sofisticados, necesitamos seguir correctamente el método EXPERIMENTAL. Para conocer a detalle cada uno de los experimentos anteriores y su desarrollo, así como problemas a resolver al respecto, vale mucho la pena revisar el libro conocido como IPS[3].

Para finalizar y aunque lo siguiente no tenga nada que ver con la didáctica de las Ciencias Experimentales, quiero aprovechar y hacer una invitación a todos los profesores a que coadyuvemos en nuestras clases en el logro de dos objetivos,

3 *Introductory Physical Science*. Uri Haber-Schaim *et al. Science Curriculum Inc. Lakewood Colorado*. Ninth Edition. 2010. En la biblioteca de los planteles existen ediciones más antiguas pero el contenido es prácticamente el mismo y está editado en español para fácil consulta de los alumnos.

uno de ellos vital para el futuro de nuestros alumnos: manejo del idioma inglés y reducir el analfabetismo científico de ellos. Para ello sugiero que al menos una vez a la semana les demos, como parte de nuestro curso, una pequeña lectura (media cuartilla, una cuartilla, tal vez dos) en inglés (anexo 2) y una lectura (anexo 3) que involucre aspectos científicos o tecnológicos y despertar con ello su gusto e interés por este tipo de temas, así como incrementar su cultura, visión y conocimientos en ciencia y tecnología.

Referencias

Bachelard, G. (1981). E*l nuevo espíritu Científico*. México: Nueva Imagen.

Bauer, E. (1974). *Manual de Estadística Para Químicos*. España: Alhambra.

González, C. P. (1 de Febrero de 1971). *Gaceta* UNAM (número extraordinario).

Linares, S. J. (2010). Ciencia y Tecnología. En *Enciclopedia de Conocimientos Fundamentales. Tomo II* (pág. 95). México: UNAM.

Management Developing Center. (1999). *Metrología*. San Luis Potosí S.L.P.: Management Developing Center.

Merino, J. y. (2007). Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicioneles. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 630-648.

Muir, H. (2013). *Science in Seconds*. New York: Quercus Publishing Inc.

Shirakov V., P. (1985). *Análisis experimentales*. Recuperado de https://lopezva.files.wordpress.com/2011/09/anc3a1lisis-experimentales-21.doc

Tricárico, H. R. (2007). *Didáctica de las Ciencias Naturales*. Buenos Aires: Bonum.

Anexo 1

Cuando el tamaño de la muestra es pequeño, la distribución de probabilidad que mejor describe al conjunto de datos es la Distribución "t de Student" y el intervalo de confianza para la media: está en función exclusivamente, para una desviación estándar dada, del número de datos. Suponiendo una desviación estándar unitaria, podemos tabular el número de datos (n) con el intervalo de confianza superior (ICS) e inferior (ICI) con un 95 % de confianza:

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ICS	8.98464	24841	1.5912	1.2417	1.0494	0.9248	0.836	0.7687	0.7154
ICI	-8.98464	2.484	-1.591	-1.242	-1.049	-0.925	-0.836	-0.769	-0.715

Y la gráfica de estos intervalos en función de datos (réplicas):

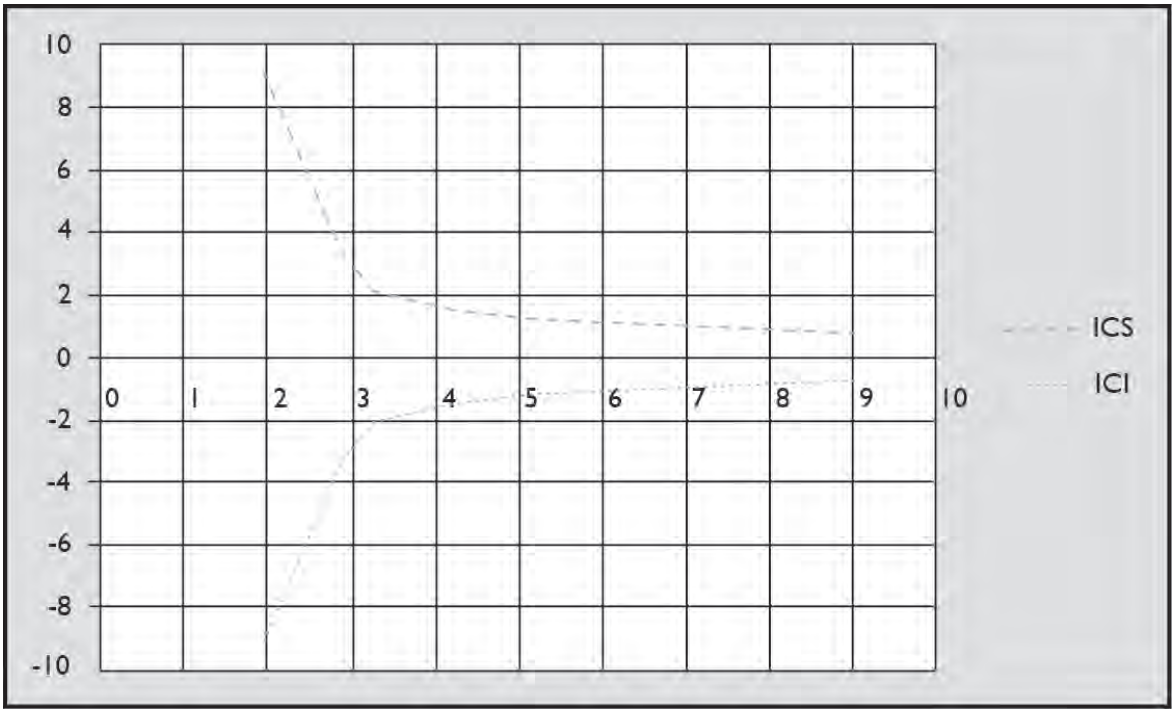


Ilustración 1

Si el intervalo de confianza lo interpretamos como el intervalo en el cual "se puede afirmar que se halla el verdadero valor…" (Bauer, 1974, p. 15) es claro que la amplitud del rango donde se encuentra el valor verdadero disminuye debido al aumento de las réplicas y la mejor relación costo beneficio se encuentra entre 5 y 6 repeticione.

Anexo II

Atomic structure

Atoms consist of a tiny dense nucleus containing positively charged protons and uncharged neutrons, surrounded by clouds of electrons. Because protons and neutrons are much heavier than electrons, most of an atom's mass resides in the central nucleus.

Each chemical element has a unique number of protons in its nucleus, its 'atomic number'. For instance, the element carbon with six protons has the atomic number six. However, single elements can have different numbers of neutrons in the nucleus. For example, carbon has three naturally occurring 'isotopes' with six, seven or eight neutrons. The sum of protons and neutrons in an atom's nucleus is called the atomic mass number.

Normally, the net electric charge of an atom is zero because the number of electrons is the same as the number of protons, and their equal and opposite electric charges cancel out. However, it's possible to knock electrons out of atoms or add extra ones to create positively or negatively charged 'ions'.

(Muir, 2013)

Anexo III

Érase una vez un imán que vivía cerca de unas limaduras de hierro. Un día, algunas de las limaduras más pequeñas sintieron una repentina necesidad de visitar al imán. Sin embargo, ya que las limaduras adultas eran realmente muy estrictas, las pequeñas no tenían permiso para salir por su cuenta. Así que trataron de convencer a las limaduras adultas para que las acompañasen a visitar al imán.

Al escuchar su plan, los adultos se emocionaron tanto que llamaron a todos los amigos y parientes que vivían en el barrio vecino, y, reunidos por fin, comenzaron a discutir sobre cuándo exactamente deberían ir. Las limaduras más pequeñas, que para entonces estaban ya muy impacientes, protestaron:

–¿Por qué no vamos hoy?

Peroalgunosdelosmásindolentesyviejosopinabanqueeramejoresperarhastalamañanasiguiente. Sin darse cuenta, mientras conversaban sin parar, se habían puesto cada vez más cerca del imán. Mientras seguían con la discusión sobre el momento de emprender su largo y arduo viaje, se aproximaban más y más. El imán, que llevaba un rato observándolas, yacía en su sitio sin moverse, fingiendo que no se daba cuenta de que estaban allí.

Y cuanto más discutían la cuestión, más crecía en las limaduras el deseo de visitar al imán, hasta que las más pequeñas, que para entonces consideraban que su espera había sido suficiente, declararon que se iban. Para su asombro, la más vieja de las limaduras estuvo de acuerdo, e incluso se le oyó decir que era su deber visitar al imán de inmediato.

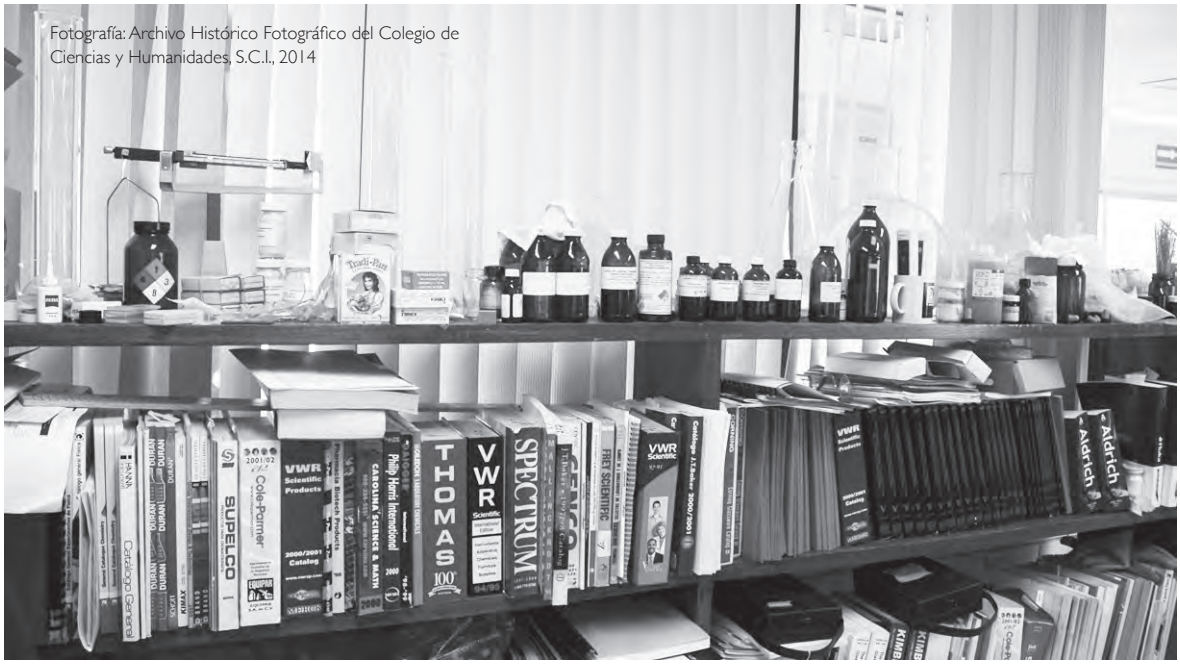
Así que finalmente prevalecieron las limaduras más pequeñas, y todas exclamaron en voz alta:

–¡No hay por qué esperar! ¡Iremos hoy! ¡Iremos ahora!¡Iremos de inmediato!

Así, formando un solo cuerpo, todas las limaduras cruzaron el aire volando y en menos de un segundo se adhirieron fuertemente a cada lado del imán.

Una sonrisa iluminó entonces el rostro del imán, que comenzó a reírse para sí mismo…

(elcultural.com)



Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

LA LECTURA crítica de LAS CUESTIONES SOCIO-CIENTÍFICAS en los MEDIOS DE comunicación

Recibido: 21/06/2016
Aprobado: 13/09/2016

Jorge Meinguer Ledesma

Resumen

En este artículo, se discute sobre las ventajas que ofrece el tratamiento de lo que en la literatura se denomina como cuestiones socio-científicas, a través de la lectura crítica de textos de naturaleza mediática en las clases de Ciencias Experimentales del Colegio de Ciencias y Humanidades. Concretamente, se indaga acerca de los elementos a considerar para llevar a cabo esta labor y cómo puede contribuir dicha estrategia a fomentar una cultura científica en el estudiantado.

Palabras clave: lectura crítica, cuestiones socio-científicas, comunicación de la ciencia, enseñanza de la ciencia, cultura científica.

A critical reading of socio-scientific issues in the communication media, one way to foster scientific culture

Abstract

In this paper, the advantages are discussed of studying what in literature are called socio-scientific issues (SSI), by means of a critical reading of media texts at College experimental science classes. Specifically, the elements to be considered in carrying out this work are inquired, and how this strategy can contribute to fostering a scientific culture among the students.

Keywords: *critical reading, socio-scientific issues, the communication of science, teaching of science, scientific culture.*

Introducción

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2012

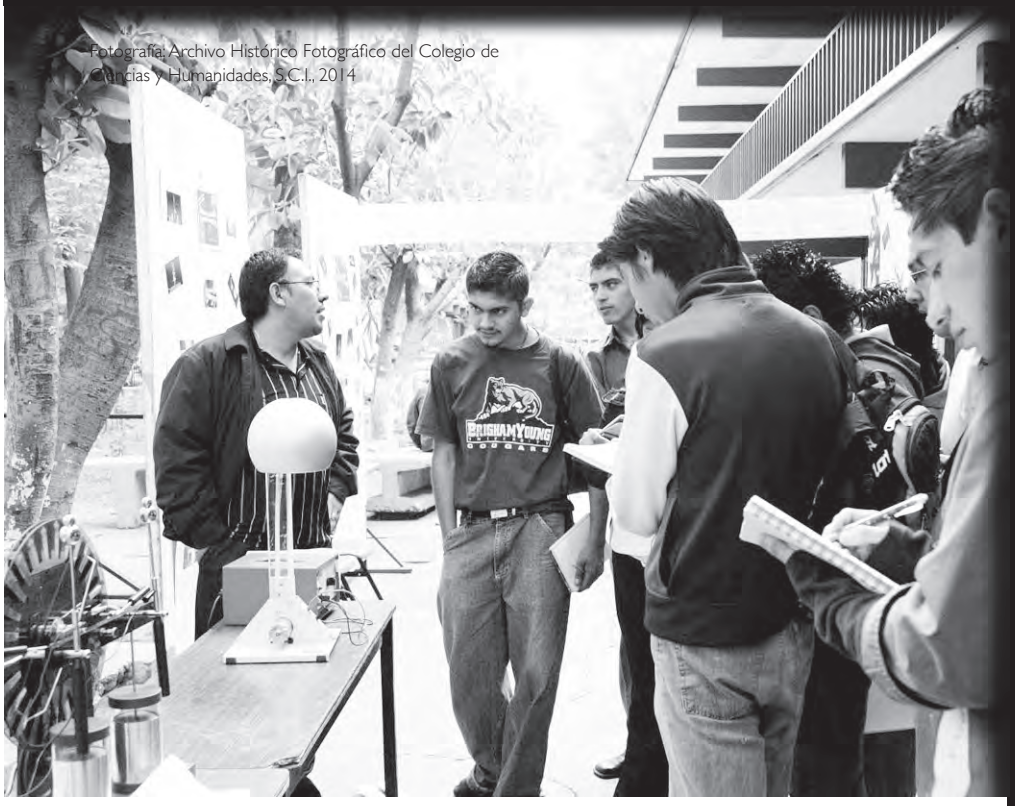
En la actualidad, el discurso educativo en materia científica ha dado un giro importante hacia una formación ciudadana, la cual se caracteriza por otorgar jerarquía al desarrollo de aptitudes que favorezcan la participación crítica e informada en materia de ciencia y tecnología. En este marco, es necesario que se promueva durante el proceso de enseñanza la comprensión de la interacción dinámica que se da entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA). Una forma de conseguir lo anterior, es mediante la lectura y el análisis crítico de textos científicos presentes en los medios de comunicación. La razón que sustenta lo anterior, consiste en que esta clase de materiales de lectura suelen abordar temáticas científicas que afectan al individuo como ciudadano, esto es, como una persona con voz, derechos, intereses y responsabilidades.

En consecuencia, cuando se promueve que los estudiantes interpreten este tipo de fuentes, se puede conseguir que encuentren significados sociales, culturales y humanos a los contenidos disciplinares comúnmente estudiados en el salón de clases. Una cuestión que incrementa el interés por la ciencia, favoreciendo con ello, la comprensión de que ésta constituye uno de los activos sociales más preciados en el mundo actual, debido a que genera repercusiones transversales en diferentes planos de la vida personal y colectiva (Pardo, 2012).

A los temas o contenidos científicos que se caracterizan por tener fuertes implicaciones éticas y sociales, en la literatura se les suele denominar como cuestiones socio-científicas (Martinez, 2014). Entre las ventajas educativas que reviste su abordaje, se puede citar su cercanía con la noción de sustentabilidad, que por lo general suelen ser líneas de investigación vanguardistas o de frontera, por tanto, su comunicación permite dotar de cierta dosis de actualidad a la enseñanza de una disciplina científica y, finalmente, al ser líneas de investigación no concluyentes posibilitan el estudio del riesgo[1], uno de los contenidos más trascendentales de la educación científica en el siglo XXI (Garritz, 2010). Ejemplos de cuestiones socio-científicas (CSC) son la nanotecnología, el campo de las energías renovables, la química verde, la investigación en células madre y la biotecnología, por mencionar algunas.

1 El riesgo en la actividad científica, se relaciona con la aplicación de desarrollos científicos o tecnológicos cuyas consecuencias a mediano o largo plazo no pueden ser determinadas con precisión, por tanto, su análisis e implementación requiere de prácticas de consenso amplias.

Por su fuerte carga ética las CSC suelen poseer una amplia cobertura mediática, inclusive en muchas ocasiones su presencia en los canales informativos es mayor en comparación al tratamiento que se hace de éstas en los recursos inherentes a la educación científica escolarizada. Dicha situación respalda el uso de la ciencia en los medios como un valioso recurso didáctico. No obstante, se debe tener presente que la incorporación de este tipo de materiales en las clases de ciencia es una labor meticulosa y compleja porque debe superar algunos problemas. Por ejemplo, por su naturaleza subjetiva los textos provenientes de los medios de comunicación pueden generar tendencias negativas o moldear malintencionadamente las opiniones de los lectores sobre el avance de la ciencia. Para que los estudiantes aprendan a sortear posicionamientos infundados sobre el desarrollo científico y saquen el mayor provecho de este tipo de publicaciones, es necesario que la información consultada se analice críticamente.



Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

Según Phillips y Norris (1999), los estudiantes cuando se enfrentan a un texto científico de corte informativo pueden posicionarse epistemológicamente de tres formas: 1) adoptar una postura débil o pasiva, permitiendo que los contenidos de una publicación se impongan a sus conocimiento previos, al grado de efectuar interpretaciones contrarias a sus propias ideas; 2) asumir una postura dominante, lo cual se asocia con mostrar una exacerbada confianza en sus conocimientos o creencias previas, al grado de condicionar los contenidos presentes en un texto e imposibilitar su adecuada internalización; y 3) desarrollar un posicionamiento crítico, entendido como la capacidad de emprender una negociación interactiva entre el texto y las ideas previas del sujeto lector, para que la interpretación resultante del proceso sea lo más coherente y completa posible. Esta última, es la postura que se invita a impulsar cuando se incorporan fuentes mediáticas a las clases de ciencias en el Colegio. Se debe buscar que los jóvenes no sólo comprendan los datos o contenidos ofrecidos en una publicación, sino que sean capaces de poner en relieve su veracidad y que construyan opiniones informadas.

El uso de recursos provenientes de los medios de comunicación para fines didácticos que tengan como meta desarrollar habilidades relacionadas con la consulta, manejo e interpretación crítica de la información, es una labor ampliamente reconocida en recientes tratados educativos UNESCO (2006).

Desarrollo

¿Cómo enseñar a interpretar críticamente la ciencia en los medios?

El primer aspecto a considerar es la calidad de los textos seleccionados para llevar al salón de clases. Los docentes deben cuidar que éstos tengan relación con temas de interés para los estudiantes, que aborden de manera correcta –aunque sin mucho rigor y profundidad– los contenidos científicos implicados y que pertenezcan a fuentes editoriales reconocidas, ya sea en el campo del periodismo científico o de la divulgación de la ciencia. Esta última condición es muy importante porque posibilita comunicar en las aulas información de calidad, la cual goce de un respaldo documental o editorial serio.

Fotografías: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

Un segundo aspecto, en donde se debe poner especial atención, reside en la implementación de un método o estrategia de análisis textual que contemple la activación y el manejo de contenidos curriculares relevantes en el marco de la enseñanza de una disciplina específica. Si un proceso de lectura no está cimentado en un núcleo de conocimientos disciplinares previamente identificados y que guarden una sólida articulación, esta actividad puede carecer de sentido o generar demasiada dispersión en el aprendizaje. Al respecto, en la literatura se menciona que uno de los problemas más agudos que muestran los jóvenes cuando hacen frente a un texto científico informal, es la dificultad de encontrar la relación entre lo que leen y lo que estudian en las clases de ciencias –química, física, matemáticas o biología. Para superar este obstáculo cognitivo, algunos especialistas sugieren planificar las actividades de lectura en un esquema donde la mediación docente juegue un papel importante en la autorregulación del aprendizaje, permitiendo con ello, ayudar a los estudiantes a encontrar dicha conexión, y así, logren valorar e interpretar adecuadamente la información consultada (Oliveras y Sanmartí, 2009).

La última cuestión que se debe tener en cuenta para impulsar una respuesta critica de los alumnos hacia la ciencia presente en los medios escritos, es lo concerniente a lo pedagógico. Los docentes deben tener conciencia de que la lectura para ser fructífera y significativa necesita conceptualizarse como una actividad social compartida. De esto se sigue, la necesidad de crear escenarios pedagógicos donde predomine el trabajo cooperativo, la participación y el diálogo como una vía de deliberación. El diálogo tanto en el ámbito de las ciencias como en el de las humanidades genera formas de ser que permiten pensar (Ibarra, 2013).

Una estrategia efectiva para el logro de lo anterior –que ha sido probada en las clases de Química en el Colegio por el autor de este breve trabajo–, es lo que se denomina como situaciones desequilibrantes. En éstas el profesor, suscita o resalta situaciones polémicas alrededor de un texto en cuestión, para que los estudiantes al intentar dar solución a lo planteado adopten una postura cuya defensa los lleve a argumentar, debatir y reflexionar sobre sus conclusiones. Para ello, se debe considerar que, los estudiantes no suelen estar habituados a argüir en torno al conocimiento científico en las aulas y los laboratorios, pues históricamente en la didáctica de las disciplinas experimentales, se le ha otorgado mayor jerarquía a la realización de experimentos y a la resolución de ejercicios o series de problemas donde la acción deliberativa resulta mínima. Por tanto, el docente debe ser tolerante con la presencia del error, la duda y la disonancia cognitiva en la argumentación del estudiantado. Esta concesión permite identificar tanto aciertos como errores, en las diferentes etapas que comprende la interpretación crítica de la ciencia mediante la lectura, así como establecer pautas para la corrección de éstos últimos. También, favorece que los estudiantes sean más introspectivos y reflexivos con la calidad de su aprendizaje.

Finalmente, una herramienta que puede agilizar y contribuir a este proceso es el uso de las TIC. No es arriesgado el afirmar que, en la actualidad los estudiantes leen más en formato digital en comparación con el, ya nostálgico, mundo de la tinta y el papel. Entre las ventajas que ofrece el uso de las tecnologías digitales, se pueden citar que permiten acceder de manera rápida y eficiente a una gran cantidad de información –lo cual es muy útil al problematizar una publicación–, la rapidez para transferir datos, son herramientas que propician la interacción y, sobre todo, que motivan y comprometen al estudiante en el trabajo escolar. Al estar frente a una computadora o tableta con conectividad, los adolescentes se sienten en un ambiente más familiar y afectivo, lo que favorece que actúen con mayor confianza ante las actividades planteadas. No obstante, cabe mencionar que para que el trabajo con las TIC resulte exitoso –al igual como ocurre con el diálogo y la cooperación–, se devela como crucial que la supervisión docente sea continua, comprometida y responsable con el aprendizaje.

Lectura crítica y cultura científica, dos nociones imbricadas

Definir a la cultura científica no es una tarea fácil, pues al estar vinculada con la idea de cultura –un término polisémico– puede dar lugar a múltiples interpretaciones. Razón por la cual, en las siguientes líneas se adoptará una noción de cultura para tener un punto de referencia que permita mostrar la dimensión cultural del conocimiento científico. Según el filósofo español José Mosterín (1993), la cultura es la información transmitida por aprendizaje social, ésta puede ser de tres tipos: simbólica, operacional y valorativa. La primera es la información sobre las características y propiedades del mundo e incluye conocimientos acerca de la naturaleza o la sociedad. La información operacional se refiere a las normas de conducta o comportamiento de los humanos. Finalmente, la información valorativa se vincula con la ética, ya que hace alusión al estado de las cosas, conforme a lo preferible, valioso o pertinente en un contexto determinado.

> Tomando en cuenta la noción anterior, la cultura científica puede ser definida como una cuestión estructural de la sociedad, es decir, como un conjunto de aspectos simbólicos, valorativos, cognoscitivos y actitudinales que poseen los miembros de la sociedad sobre la función de la ciencia y la tecnología, la importancia y beneficio de su actividad, así como el manejo de sus contenidos básicos (Secyt, 2004, p. 11). La cultura científica –así entendida–implica poseer cierto grado de conciencia sobre el papel que juega la ciencia en el mundo, destrezas para utilizar de manera adecuada el conocimiento científico y aptitudes o pautas de comportamiento acordes con este tipo de saber social.

Trasladando esta caracterización al ámbito escolar, una educación para la cultura científica puede ser descrita por la articulación de tres elementos: 1) la formación de aprendizajes disciplinares que favorezcan una mejor comprensión del mundo; 2) el desarrollo de habilidades para manejarse exitosamente en él; y 3) el fomento de aptitudes o disposiciones que hagan posible la participación crítica y responsable sobre cuestiones relacionadas con el impacto que tiene la ciencia en la vida ciudadana (Gordillo, 2005). En consecuencia, apostar por enculturar la ciencia en la enseñanza es promover una interpretación contextualizada de ésta que permita a los estudiantes utilizar el conocimiento científico de manera adecuada dentro y fuera de las aulas. Un objetivo que guarda una fuerte relación con la noción de cultura básica, la cual da sentido al modelo educativo del Colegio de Ciencia y Humanidades (Bazán, 2015).

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.L., 2013

Hoy en día, buena parte de los problemas éticos, sociales y ambientales pueden situarse en el interfaz entre ciencia y sociedad. Como se ha mencionado, frecuentemente, estas cuestiones ocupan un lugar importante en los medios de comunicación escrita, por tanto, la incorporación de este tipo de fuentes durante el proceso de enseñanza representa una excelente oportunidad para generar conciencia en los estudiantes sobre el valor que tiene la ciencia en la resolución efectiva de problemas, en el desarrollo y rumbo que toman las sociedades modernas, en el reconocimiento de lo fascinante que es la ciencia de vanguardia, sus potenciales tecnológicos, sus beneficios y, particularmente, para el entendimiento de su incertidumbre y riegos asociados. En pocas palabras, los textos mediáticos son recursos que enriquecen la comprensión de nuestra realidad.

Por otra parte, cuando la decodificación de esta clase de publicaciones tiene como objetivo generar una respuesta crítica, se está impulsando que los alumnos desarrollen una serie de habilidades, en lo concerniente a la consulta, manejo e interpretación de la información. Pues la adopción de una postura crítica demanda además de la activación de contenidos conceptuales, contrastar la veracidad de lo presentado en un texto, consultar puntos de vista o soluciones alternativas a los problemas que suelen abordar, reconocer supuestos y las conclusiones que defienden los autores, así como elaborar inferencias y juicios basados en razones.

Fomentar habilidades para la interpretación y el manejo crítico de la información que circula en los medios, como se ha mencionado, es una de los objetivos más recurrentes en el discurso educativo actual (OECD, 2012). Otro aspecto a contemplar, es que este tipo de materiales de lectura representan los recursos que más consultarán los jóvenes sobre temas científicos de interés cuando culminen el bachillerato. Por ello, formar desde el Colegio las aptitudes necesarias para su adecuada interpretación contribuye a lo que la pedagogía contemporánea ha denominado como aprendizaje para toda la vida.

Ahora bien, dado que el análisis crítico de las CSC en los medios exige la implementación de estrategias didácticas que potencien la argumentación, el desarrollo de disposiciones para el diálogo, el debate, la negociación de ideas y la construcción de opiniones informadas sobre una temática en cuestión –un precedente para la toma de una decisión. Es posible aseverar que, al trabajar con este tipo de textos en las clases de ciencias del Colegio, también, se está contribuyendo a la formación de capacidades para la participación y la acción responsable, competencias que son distintivas de una educación ciudadana (McClune y Jarman, 2010).

A manera de síntesis, se puede afirmar que fomentar una respuesta crítica de las CSC, a través de la lectura de recursos provenientes de los canales informativos, es una actividad que hace posible que los estudiantes desarrollen aprendizajes para una mejor comprensión de su entorno tecnológico, ambiental y sociocultural, habilidades en el manejo de información y la comunicación de ideas, así como disposiciones para la participación social responsable. Todos ellos, logros intelectuales que configuran una genuina cultura científica.

Conclusión

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2013

Lo expuesto en este breve texto, muestra lo conveniente que es la incorporación de textos provenientes del campo de la comunicación de la ciencia en el tratamiento de las cuestiones socio-científicas en el bachillerato universitario. Gracias al impulso del análisis profundo y reflexivo de este tipo de fuentes, es factible preparar a los estudiantes para responder de forma adecuada a uno de los medios más significativos con el que mantendrán contacto con la ciencia en la vida cotidiana. Pero más que una cuestión estrictamente utilitaria, esta labor puede resultar muy efectiva para incrementar la curiosidad intelectual en torno a la actividad científica, para mostrar la relación entre ciencia y sociedad, así como para suscitar el entendimiento del valor que tiene el conocimiento científico en el mundo actual. Por lo tanto, dicha estrategia se devela como loable e idónea en el fomento de una cultura científica en el ámbito escolar. Además, al ser una actividad que tiene como objetivo la búsqueda de la criticidad del pensamiento, puede contribuir a que los alumnos desarrollen una serie de facultades intelectuales que les permitan discutir con racionalidad problemas o asuntos –ajenos a la ciencia– que son relevantes tanto en su vida intelectual como social.

Referencias

Bazán, J. (2015). Funciones del Modelo Educativo de Colegio de Ciencias y Humanidades. *Nuevos Cuadernos del Colegio, 5*.

Garritz, A. (2010). La enseñanza de la química para la sociedad del siglo XXI caracterizada por la incertidumbre. *Educación Química*, 21(1), 2-15.

Gordillo, M. (2005). Cultura científica y participación ciudadana: materiales para la educación CTS. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad*, 2(6), 123-135.

Ibarra, L. (2013). Educar, dialogar y pensar, *Perfiles Educativos*. 25(141), 167-185.

Martínez, L. (2014). Cuestiones socio-científicas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 36, 77-94.

McClune, B., & Jarman, R. (2010). Critical reading science-based news reports: Establishing a knowledge, skills and attitudes framework. *International Journal of Science Education,* 32(6), 727–752.

Mosterín, J. (1993). *Filosofía de la Cultura*. Madrid: Alianza Editorial

OECD. (2012). *Education Today 2013*: *The OECD Perspective*. Recuperado de:
http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-today_22190430

Oliveras, B., y Sanmartí, N. (2009). La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico. *Educación Química*, 20(1), 233-245.

Pardo, R. (2014). De la alfabetización científica a la cultura científica: un nuevo modelo de apropiación social de la ciencia. En Laspra, B., y Muñoz, E. (eds.), *Culturas Científicas e Innovadoras*, (pp. 39-72). Buenos Aires: Eudeba.

Phillips, L. & Norris, S., (1999). Interpreting popular reports of science: what happens when the reader's world meets the world on paper? *International Journal of Science Education,* 21(3), 317-327.

SECyT (2004). *Los argentinos y su visión de la ciencia y la tecnología*. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Argentina.

UNESCO (2006). *Media education. A kit for Teachers Students, Parents and Professionals*. Paris: L´exprimeur.

LEER CIENCIA en EL BACHILLERATO

Recibido: 2/09/2016
Aprobado: 7/09/2016

Adriana Hernández Jiménez
Antonio Guzmán López

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

Resumen

El propósito de este artículo consiste en presentar información respecto a los hábitos de lectura en el área de ciencias, en que incurren alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades del Plantel Azcapotzalco pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México. En él identificamos diversas apreciaciones acerca del proceso de lectura que distintos teóricos han expuesto en sus investigaciones y que se relacionan con el concepto de lectura que tienen los estudiantes, tipos de textos que leen, los propósitos que persiguen al leer y procesos que realizan durante esta actividad.

Palabras clave: lectura, escritura, aprendizaje, instrumento, proceso.

Abstrac

This paper aims to show some data on high school students' reading habits of science texts. The study was conducted in Azcapotzalco Sciences and Humanities School, which is part of the National Autonomous University of Mexico high school system. We identified some approaches towards the reading process that have been described by various theoreticians. These approaches relate to the students' notion of reading, the type of text they read, their reading purpose and the processes they go through during this activity.

Keywords: *reading, writing, learning, instrument, process.*

ografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de
ncias y Humanidades, S.C.I., 2012

Introducción

Al considerar que la lectura es una práctica que fomenta la comunicación y difusión de la ciencia, lo cual es constitutivo del área misma, según Simón, debe pensarse la lectura como un proceso complementario integral de la formación científica (Cornejo, 2013, p. 157). En el caso específico del estudio de las ciencias, es importante conocer el uso del lenguaje para una eficaz comprensión. Desde la perspectiva de Neus, integrarlo o apropiarse de éste, favorecerá la comunicación en otras modalidades: oral, escrito, gráfico (Catalá, Cubero, Díaz, 2002).

En este sentido, la alfabetización científica es un concepto clave en esta área de conocimiento ya que "se encamina al uso del conocimiento adquirido en la interpretación de los fenómenos físicos y naturales, en la resolución de problemas, en el procesamiento de información de distintas fuentes y en la evaluación crítica de esta información" (Jiménez, 2002, p. 5). En otras palabras, se destaca la necesidad de leer ciencia no sólo para identificar la estructura interna del texto o identificar las ideas principales, también implica un ejercicio reflexivo y crítico.

Problemática

Hoshmand y Polkinghorne consideran que los métodos cualitativos son particularmente apropiados para conocer los significados que las personas asignan a sus experiencias (Hernández, 2006); este enfoque se adecua para realizar un estudio sobre la lectura en el bachillerato.

El objetivo es conocer y reflexionar cuáles son las prácticas de lectura en el área de ciencias: ¿qué se lee?, ¿cómo se lee?, ¿para qué se lee? y ¿por qué se lee? Incógnitas que necesitan despejarse para identificar las características, elementos y procesos necesarios en el logro de los aprendizajes de los estudiantes.

No obstante que el proceso de enseñanza-aprendizaje implica, a su vez, la interacción profesor-alumno para alcanzar los diversos propósitos planteados en cada ciclo escolar, es necesario repensar en lo que Halliday (Wells, 1999) refirió respecto al aprendizaje, al que considera como un proceso de construcción de significados; aspecto analizado en esta investigación pero desde la perspectiva del elemento que funge como centro de atención: el estudiante.

Contexto educativo y diseño de estudio

La investigación presentada es de orden cualitativa, pretende obtener perspectivas y puntos de vista de los participantes, tanto experiencias como significados (Sampieri, 2006, p. 8), en otras palabras, como afirma Sherman y Webb, conocer las vivencias de los participantes (Sampieri, 2006).

La encuesta semiestructurada se realizó a ocho alumnos: tres de segundo semestre del turno matutino, tres de cuarto semestre del vespertino y dos de sexto semestre, uno del matutino y otro del vespertino, respectivamente.

Instrumentación y procedimiento

Se realizaron las encuestas semi-estructuradas (Monje, 2011). Se aplicaron un total de 16 preguntas ordenadas en cuatro apartados relevantes para su análisis, ellos fueron: a) tipo de materiales leídos, b) apoyo otorgado por los profesores-guía para su empleo, c) la relevancia e influencia de estas actividades en la materia, y d) en el proceso de aprendizaje con su utilización.

El cuadro que se presenta a continuación muestra las dimensiones y las categorías de análisis. La primera columna recupera algunos elementos de la comprensión lectora y paralelamente, ciertos aspectos de la lectura desde la perspectiva cognitiva, sociocognitiva y sociocultural[1]; la otra, se configura a partir de las encuestas realizadas. Cabe precisar que, de manera particular, las categorías inductivas emergen de los datos (Monje, 2011, p. 92), surgen a medida que se analizan los resultados, aunque no por ello son distantes al marco teórico.

Dimensiones	Categorías de análisis
Conceptualización de lectura y de comprensión textual.	Gusto por la lectura. Concepción sobre la lectura. Formato. Compresión del texto.
¿Qué leen en ciencias?	Gusto por el área de ciencias. Tipo de textos.
Propósito de lectura.	Niveles de comprensión.
Proceso de lectura.	Estrategias de lectura. Comprensión lectora. Niveles de lectura. Actividades de escritura después de leer.
Enseñanza de lectura en ciencias.	Apoyo del profesor para guiar la lectura. La lectura como medio para el logro de los aprendizajes.

1 Existen tres visiones relacionadas con el estudio de la lectura: la perspectiva cognitiva, la cual nos ayuda a entender la lectura como un proceso interactivo entre los conocimientos generales que posee el lector y la información provista por el texto; con ellos realizamos representaciones mentales superficiales o profundas de los significados; la perspectiva sociocognitiva, centrada en entender el proceso de interacción entre los factores cognitivos, motivacionales, tecnológicos y sociales; y la perspectiva sociocultural, entendida como un proceso de construcción de significados realizado por los lectores y mediado por motivos personales y sociales (Cassany, 2006; Carlino, 2009 y Carrasco, 2013).

Validación de instrumentos

Antes de realizar la encuesta, se aplicó un piloteo; es decir, se diseñaron y aplicaron una serie de preguntas a un primer grupo de alumnos del turno matutino y vespertino con la finalidad de precisar la claridad y las dimensiones requeridas. Posteriormente, se realizaron los ajustes necesarios y se programaron las encuestas de los participantes.

Resultados

DIMENSIÓN (Proceso de lectura)	CATEGORÍA DE ANÁLISIS (Estrategia de lectura)	PORCENTAJE
	Sí aplican alguna estrategia de lectura.	
13. Estrategias de lectura aplicadas a las ciencias. ¿Qué tipo de estrategia de lectura aplicas?		
	a) Encontrar palabras clave	10%
	b) Subrayar.	25%
	c) Anotar citas textuales.	5%
	d) Encerrar palabras cuyo significado se desconoce.	5%
	e) Hacer apunte en el margen.	10%
	f) Iniciar con una lectura exploratoria.	10%
	g) Realizar un análisis.	10%
	h) Elaborar resúmenes.	15%
	i) Escribir comentarios.	5%
	j) Volver a leerlo.	5%
	Total	100%

Tabla. Comprensión lectora. Perspectiva cognitiva.
Fuente: Elaboración propia

DIMENSIÓN (Enseñanza de la lectura en ciencias)	CATEGORÍA DE ANÁLISIS (La lectura como medio para el logro de los aprendizajes)	PORCENTAJE
16. Importancia de la lectura para el logro de los aprendizajes. ¿Qué tan importantes fueron las lecturas que realizaste en la clase de ciencias para lograr los aprendizajes de la materia?		
	a) Ayudaron a desarrollar la práctica.	12.50%
	b) Sirvieron como medio de explicación.	12.50%
	c) Ayuda a completar lo visto en clase.	12.50%
	d) Ayudaron a aprender más.	50%
	e) Van a ayudar en la carrera.	12.50%
	Total	100%

Tabla. Propósito de Lectura. Perspectiva sociocognitiva.
Fuente: Elaboración propia

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

A partir de los resultados vertidos, se puede aseverar que el gusto por la lectura es una variable constante; sin embargo, la trascendencia de esta práctica para su vida escolar adquiere una serie de matices en cuanto a su importancia. Puntualmente, un poco menos de la mitad de los participantes la consideran como una herramienta para asimilar y transformar el conocimiento (Carlino, 2005); es decir, también tienen un agrado por la lectura cuando se convierte en una forma de distracción o un pasatiempo.

Respecto a la comprensión lectora, los alumnos pretenden llegar a ello por medio de la investigación, a partir de la búsqueda e identificación de palabras claves o de la creación de un vínculo entre el texto con el contexto. Sumado a lo anterior, aseveran haber entendido el texto si tienen la capacidad de comentarlo o si encuentran su vinculación con su propia experiencia de vida.

Si bien hay un interés de los participantes por comprender el texto y se nota el uso de ciertas estrategias lectoras, no son suficientes y tampoco reflejan métodos precisos de lectura (Ferrant y Salas, 2007; Argudín y Luna, 1994). Pues la meta de los alumnos no es la de realizar una crítica del texto leído (Argudín, 1994).

Como lo asevera Salas Navarro (2012), saben leer porque elaboran inferencias o desde la perspectiva de López (2015), decodifican pero no mantienen una postura crítica porque carecen del nivel interpretativo. Sin embargo, en el caso de las lecturas que abordan en el área de ciencias, algunos alumnos no sólo identifican la tipología textual, también logran diferenciar distintos elementos entre el texto científico y el literario e identificar ciertos aspectos de la estructura.

Al respecto, identifican el uso en el aula de textos expositivos, descriptivos y demostrativos. Paralelamente reconocen al artículo de divulgación como un tipo de texto importante en el área de ciencias. Además, identifican algunas diferencias entre el texto científico y literario en distintos aspectos como el lenguaje, la estructura, los objetivos planteados por el autor, la noción de verdad y verosimilitud así como la frecuencia del uso de las secuencias descriptivas, narrativas y argumentativas. Así mismo, reconocen la importancia de vincular los conocimientos previos con los nuevos para comprender mejor la lectura y paralelamente identifican ciertos elementos de la estructura del texto.

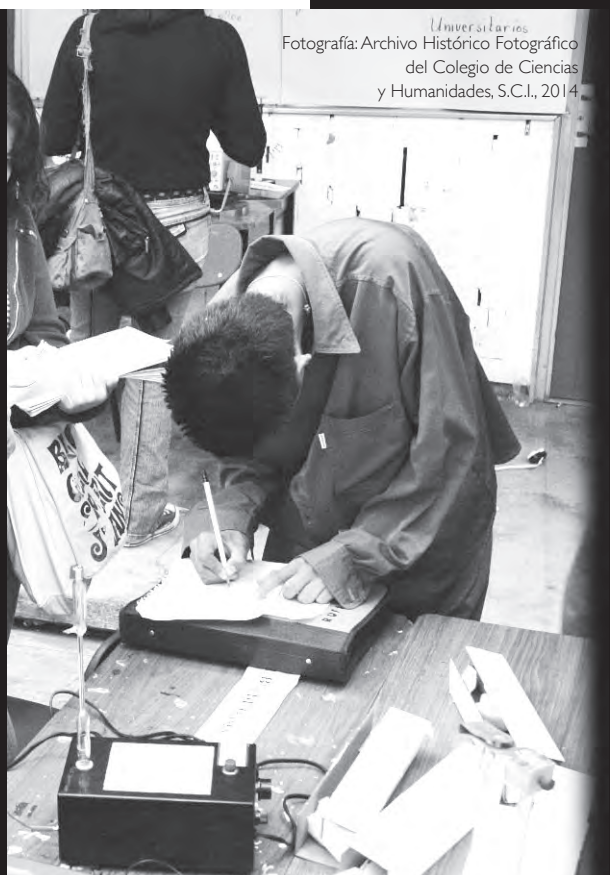
Es perceptible encontrar distintos grados de capacidad lectora; resultados que parecen coincidir en la perspectiva de Serra (2005) al aseverar que hay dificultades en la compresión lectora de manera generalizada. Por ejemplo, sólo un 25% identificó que un texto científico presenta objetivos, hipótesis, método, resultados y conclusiones. Otros únicamente logró identificar que la lectura puede iniciar con una pregunta o que va de lo general a lo particular.

A pesar de que a la mayoría de los alumnos les agrada la materia, la manera de acceder al conocimiento (Barrera, 2010) no tiene a la lectura como la forma preferida por los estudiantes. Un alto porcentaje de los participantes prefirió los experimentos como la actividad más importante en el área para la comprensión de las distintas temáticas del programa; generando con estos aspectos, una problemática que nos hace percibir distintos grados de comprensión lectora en los estudiantes del área de ciencias.

Esta preferencia del alumnado de acceder al conocimiento y a la comprensión de fenómenos por medio de la experimentación puede deberse al papel que se le ha otorgado a los textos de ciencias. Lo que esperan únicamente obtener es información puntual para contestar cuestionarios o precisar detalles sobre un tema. Una de las razones de reducir el alcance del texto puede deberse a que les están proporcionando materiales sencillos y adaptados, a generar una lectura literal (Cornejo, 2012). Por lo tanto, no es de extrañar cuando los participantes consideran que la reflexión del fenómeno o la comprobación de la hipótesis, parece tener más certeza a partir de las prácticas.

Lo anterior se comprueba al afirmar que los textos de ciencias los proveen de vocabulario, los ayudan a comprender tecnicismos o proporcionan conocimiento que les servirá para entender mejor la clase. Es decir, no encuentran en las lecturas el valor reflexivo o crítico que las mismas puedan aportar, tiene una simpleza cognitiva (Hernández, 2008).

Es importante considerar que los alumnos en los primeros semestres de formación reflejaron en sus respuestas menos capacidad lectora y percibieron un uso más básico de la lectura; es decir, en la medida en que avanzaban en su formación escolar obtuvieron más elementos didácticos para planear sus estrategias de lectura y encontraron más aportaciones extraídas de los textos para comprender fenómenos y realizar un nivel de análisis crítico. Este crecimiento cognitivo del estudiante parece coincidir con la visión de Hernández (2008) al identificar que al término de la secundaria y posteriormente su salida del bachillerato parece haber un ejercicio epistemológico de transición entre un lector pasivo a uno activo; en otras palabras, no sólo tiene la capacidad de adquirir conocimiento, también empieza a generarlo.



Universitarios
Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

Conclusión

Encontramos que el panorama de la lectura en el área de ciencias durante el bachillerato no es del todo adverso. Se ha trabajado en el aula con aspectos fundamentales como la comprensión lectora y en la identificación de la tipología textual, lo cual puede reflejarse en las prácticas del alumnado; sin embargo, falta generar estrategias y seleccionar textos adecuados para el nivel escolar descrito con la intención de crear las condiciones para realizar un ejercicio reflexivo y crítico tomando como base, o pretexto, el material de trabajo y así encontrar no sólo un equilibrio con la fase experimental del área, sino también para revalorizar la lectura en el logro de los aprendizajes. Atendiendo estos aspectos se podrá hablar de la alfabetización científica (Jiménez, 2002) en el nivel medio superior.

Referencias

Argudín, Y., y Luna, M. (2005). *Habilidades de lectura a nivel superior* (3a ed.). México: Plaza y Valdés.

Barrera, A. (2010). Capítulo 10. La lectura: importancia, tipos y niveles. En *En el camino a la titulación. Trazos, tesis y tramos*. México: Díaz de Santos.

Carlino P. (2001). *Hacerse cargo de la lectura y escritura en la enseñanza universitaria de las ciencias sociales y humanas.* Trabajo presentado en las Jornadas sobre La lectura y la escritura como prácticas académicas universitarias, Universidad Nacional de Luján, Buenos Aires. Recuperado de www.lecturayvida.fahce.unlp.edu.ar/numeros/a23n1/23_01_Carlino.pdf

Carlino P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad.* Buenos Aires: UBA.

Carlino P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad.* México: FCE.

Carlino, P. (2009). *Escribir, leer y aprender en la universidad.* Buenos Aires: UBA.

Carrasco A. A., y López-Bonilla, G. (coord.). (2013). *Lenguaje y educación. Temas de Investigación Educativa en México. Consejo Puebla de Lectura. AC*. México: SM Ediciones.

Cassany, D. (2006). *Tras las líneas. Sobre la lectura contemporánea*. Barcelona: Anagrama.

Cornejo, N., Roble, M., Barrero, C., y Martín M. (2012). La educación científica hoy. *Revista Eureka*, *9*(1). Recuperado de reuredc.uca.es/index.php/Tavira/issue/view/15

Catalá, M., Cubero, R., Díaz de Bustamante, J., *et al.* (2002). *Las ciencias en la escuela. Teoría y práctica*. Barcelona: GRAÓ.

Ferrant, E., y Salas, M. (2007). Evaluación acerca de conocimientos de métodos de lectura en estudiantes y docentes. *Revista Mexicana de orientación educativa*, *4*(10), 10-14. Recuperado de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S166575272007000200003&lng=pt&tlng=es

Hernández, G. (2008). Teorías implícitas de lectura y conocimiento metatextual. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, *13*(38).

Hernández, S., Fernández, C., y Baptista L. (2006). *Metodología de la Investigación* (4a. ed.). México: Mc Graw Hill.

Jiménez, M., Membiela, P., Pujol, R., *et al.* (2002). *Alfabetización científica. El aprendizaje de la evolución. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Barcelona: GRAÓ.

Monje, C. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica*. Colombia: Universidad Surcolombiana.

Wells, G. (1999). *Indagación dialógica*. España: Paidós.

Travesías

Espacio de expresión cultural de la revista Eutopía
Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades

INSTITUTO DE FOTOGRAFÍA DEL NOROESTE

INSTITUTO DE FOTOGRAFÍA DEL NOROESTE

LUCHA LIBRE FRONTERIZA

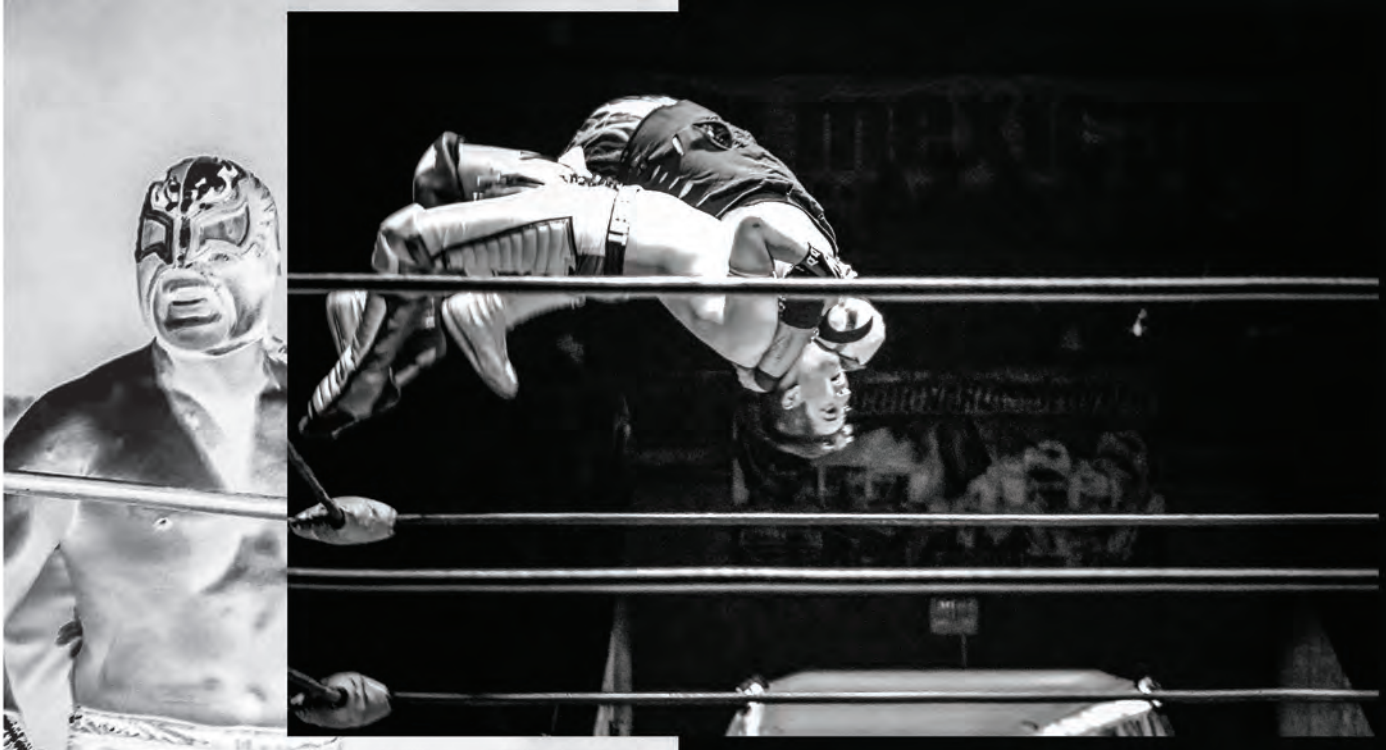
PROYECTO COLECTIVO

El Instituto de Fotografía del Noroeste es una institución educativa de carácter privado, fue fundado el mes de agosto del año 2013 y su sede se encuentra en la ciudad de Tijuana, Baja California, México. Con más de 50 talleres, impartidos por docentes nacionales e internacionales, 30 generaciones de alumnos y más de 35 exhibiciones fotográficas gestionadas.

Autor: Alejandro Bravo
Título: "Derrota"

Autor: Patricio Osuna
Título: "Líder del ring"

Autor: Adriana Maldonado
Título: "Lucha por sobrevivir"



Autor: Guillermo Gallardo
Título: "Vuelo sincronizado"

IFN INSTITUTO DE FOTOGRAFÍA DEL NOROESTE

Travesías

El IFN se perfila como líder en la formación de profesionales de la fotografía en el Noroeste del país. el compromiso del Instituto de Fotografía del Noroeste con la comunidad es:

"Formar fotógrafos con las herramientas técnicas, estéticas y discursivas necesarias que les permita desarrollar un lenguaje propio"

Autor: Adrián Moran
Título: "Reto"

Autor: Elizabeth Ibarra
Título: "Afición"

Autor: Alejandro Bravo
Título: "Toma tu guitarra"

Autor: Rosa Elena García
Título: "Equilibrio"

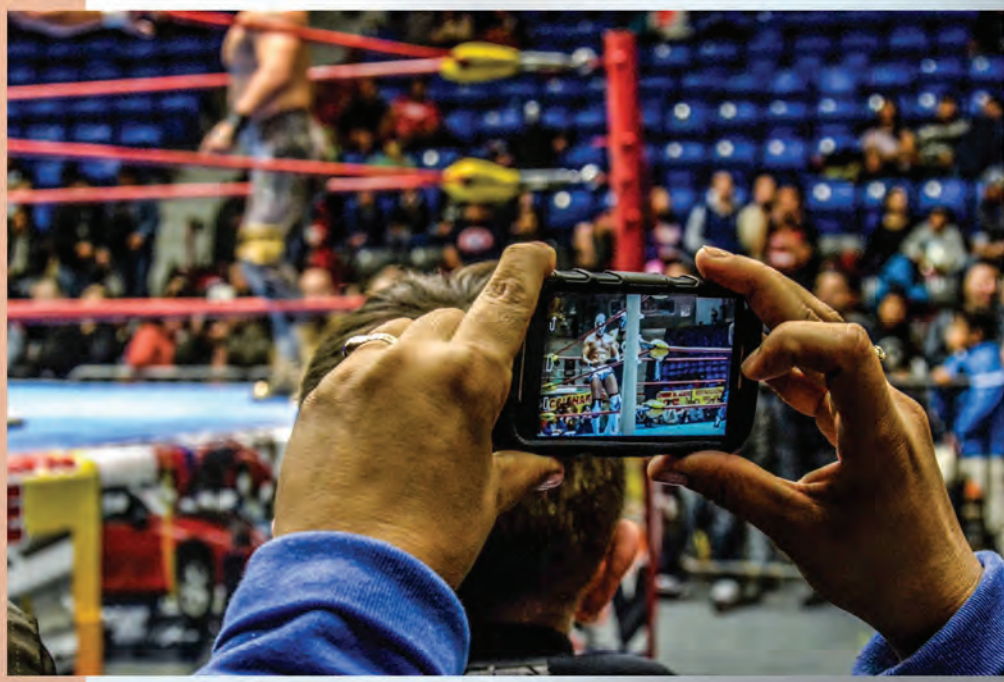
Autor: Ma de los Angeles Ramirez
Título: "Euforia"

INSTITUTO DE FOTOGRAFÍA DEL NOROESTE

Este proyecto es resultado del trabajo conjunto de 15 alumnos del IFN, quienes durante una única función de lucha libre, presentada en el Auditorio Municipal de Tijuana un viernes 20 de febrero del 2015, capturaron las imágenes aquí presentadas. Se buscó, ante todo, documentar las diferentes matices que conlleva el folklore de la lucha libre, como son: los luchadores –quienes actúan como los protagonistas del evento–, los sentimientos de rivalidad y pasión que están implícitos, la peculiar atmósfera producida en el lugar y las situaciones que acontecen en las gradas con una afición absorta en la función.

Autor: Francisco Soltero
Título: "Luchador Karateka"

Autor: Joel López
Título: "Vuelo"



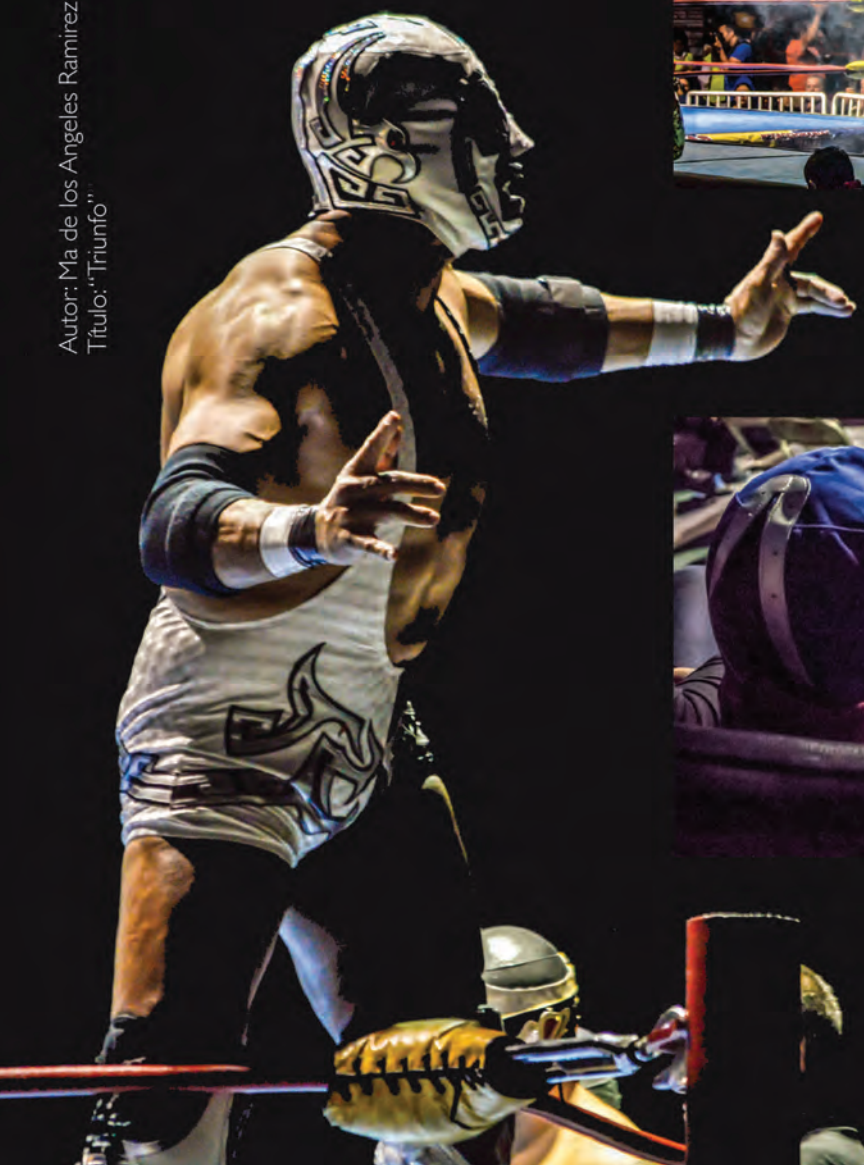
Autor: Elizabeth Ibarra
Título: "Fotografia 3_0"

La serie busca, a partir de la lucha libre en la frontera noroeste de México, crear una experiencia estética por medio de la fotografía, capturando los "momentos decisivos" de los diferentes elementos que conforman la atmósfera producida durante una de sus funciones.

Ing. Caneck Leyva
Director Académico

Autor: Maricela Zazueta
Título: "El Ring"

Autor: Iliana Carapia
Título: "Entrada triunfante"



Autor: Ma de los Angeles Ramirez
Título: "Triunfo"

Autor: Gabriela Rascon
Título: "Absorto"

Recursos **TECNOLÓGICOS PARA LA** REFLEXIÓN Y EL **APRENDIZAJE de** conceptos **físicos EN el** BACHILLERATO

Recibido: 2/09/2016
Aprobado: 26/09/2016

Jesús Salinas Herrera
Ulises Alfonso Salinas Hernández

Resumen:
En este artículo se muestra cómo el uso de recursos tecnológicos, en particular un software, promueve la reflexión de estudiantes de bachillerato y favorece la comprensión del concepto físico de sistema de referencia. La investigación reportada forma parte de una experiencia didáctica, en la cual se implementaron cinco actividades a estudiantes de bachillerato con el propósito de observar el surgimiento y evolución de significados conceptuales de la física escolar de bachillerato. Y los cuales muestran la característica mediadora del software, en la actividad mental de los estudiantes. Los datos se analizaron considerando la perspectiva teórica de la Objetivación (Radford, 2006; 2008).

Palabras clave: sistema de referencia, software, teoría de la objetivación, mediación semiótica.

Abstract:
This paper shows how the use of technological resources, including software, promotes reflection of high school students and promotes understanding of the physical concept of reference system. The results reported are part of an educational experience in which five activities were implemented high school students with the purpose of observing the emergence and evolution of conceptual meanings of school high school physics. And which show the mediating software feature in mental activity of students. The data were analyzed considering the theoretical perspective of objectification (Radford, 2006; 2008).

Keywords: *reference frame, software, objectification theory, semiotic mediation.*

Introducción

En diversos programas de física de bachillerato (e.g., CCH-UNAM, 2003) los sistemas de referencia (como concepto) son tema de estudio. Debido a la importancia de dicho concepto, tanto en la física (mecánica clásica), como en su aprendizaje por parte de los estudiantes, se elaboraron cinco actividades que en conjunto tienen el propósito de documentar la evolución del pensamiento de los estudiantes cuando describen el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (M.R.U.A.) a través de la interpretación de gráficas cartesianas.

En general, el valor medido de cantidades físicas en movimiento (por ejemplo, la posición, la velocidad y la aceleración de objetos) depende del marco de referencia del observador que efectúa la medición. Los observadores en los diferentes marcos pueden obtener distintos valores numéricos de las cantidades físicas medidas, pero las relaciones entre las cantidades medidas (las leyes de la física), son las mismas para todos los observadores. A este respecto, Resnick y Halliday (1970) mencionan que:

> Aun cuando las leyes físicas son las mismas en todos los marcos de referencia, los valores de las cantidades físicas medidas [...] pueden no ser iguales. Por consiguiente, es importante que el estudiante siempre se dé cuenta de cuál es su marco de referencia en un determinado problema. (p. 30)

Así, el objetivo del presente artículo es resaltar el carácter mediador de un software (herramienta) en el proceso de toma de conciencia de estudiantes de bachillerato sobre el significado físico de los sistemas de referencia.

Marco Conceptual: Mediación semiótica y algunas características de la teoría de la objetivación

Las dificultades en la compresión de los objetos matemáticos por parte de los estudiantes radica en su complejidad. Ésta, además de ser una característica derivada de sus propiedades ontológicas –como entidades abstractas–, se deriva también del largo proceso histórico y cultural por el que los objetos matemáticos han pasado para llegar a su constitución. En palabras de Radford (2014) "Los objetos que encontramos frente a nosotros […] llevan ya en sí la experiencia humana pasada" (p. 141).

Por lo tanto, desde la aproximación mediante la teoría de la objetivación, el aprendizaje significa la "toma de conciencia y discernimiento crítico, [por parte de los estudiantes], de formas de expresión, acción y reflexión constituidas históricamente y culturalmente" (Radford, 2014, p. 141).

Esta teoría discute los procesos de aprendizaje inmersos en contextos sociales y culturales, en donde además el pensamiento (conocimiento) es considerado "una reflexión mediatizada del mundo de acuerdo con la forma o modo de la actividad de los individuos" (Radford, 2006, p.107). Se incorpora, de esta manera en la teoría de la objetivación, la característica mediatizada del pensamiento en el sentido de Vygotsky, quien distingue entre dos líneas de desarrollo: la de desarrollo natural y la de desarrollo social o cultural. En tal distinción, separa los procesos psicológicos comunes a animales y humanos de los específicamente humanos. Se definen así, las funciones psicológicas: elementales y superiores. La estrategia de Vygotsky consistía en examinar cómo las funciones psicológicas, como la memoria, la atención, la percepción y el pensamiento, aparecen primero en forma primaria, para posteriormente cambiar a formas superiores (pensamiento verbal, memoria lógica, formación de conceptos, atención voluntaria, etcétera). Vygotsky (2009) atribuía a las funciones psicológicas superiores –que nacen durante el desarrollo cultural del hombre; es decir, durante su desarrollo histórico– un papel distinto de las funciones psicológicas naturales en el desarrollo de la personalidad y la conducta; representan una forma de conducta más compleja y superior.

De tal manera que tanto las herramientas como los signos, no son simplemente ayudas del pensamiento, sino partes constitutivas e inherentes de éste. Por lo tanto, se piensa con y a través de los artefactos y signos culturales (Radford, 2006). Así, desde el punto de vista de la teoría de la objetivación, el aprendizaje de los objetos matemáticos se logra, por una parte, gracias a la interacción social (influencia histórico-cultural) y por otra, mediante el uso de artefactos y signos (actividad mediatizada) que permiten al estudiante organizar sus ideas y acciones en un tiempo y espacio determinado (Miranda, Radford y Guzmán, 2007). A continuación, se presenta el método utilizado en la implementación de actividades y en la toma de datos.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

Método

La implementación de las actividades y la toma de datos se llevó a cabo en un laboratorio de Física de un bachillerato (CCH-UNAM). A dicho laboratorio acudieron 11 estudiantes –de diez de ellos sus edades oscilaban entre 17 y 18 años, el onceavo tenía 16 años– una vez por semana durante cinco sesiones de trabajo de dos horas cada una, en el marco de sus proyectos libres de física. El procedimiento que se siguió en la toma de datos, consistió en el diseño y entrega de cinco actividades, diseñadas por los investigadores y en las que se tomó en cuenta sugerencias del profesor a cargo de la clase. Los estudiantes se agruparon (libremente) en un equipo de tres integrantes y dos equipos de cuatro integrantes. En conjunto, todas las actividades se diseñaron con el objetivo de documentar la evolución del conocimiento de los estudiantes respecto del análisis de gráficas cartesianas obtenidas con un sensor virtual de movimiento (software *AviMeca*) en un experimento de la caída de un objeto por un plano inclinado.

La recolección de datos se llevó a cabo mediante video-grabaciones a los participantes durante las cinco sesiones de trabajo. Para las actividades 3, 4 y 5 (no reportadas en este artículo) se les dio hojas de trabajo que orientaron su trabajo. Una vez concluida la toma de datos, se analizó tanto las hojas de trabajo como los videos de cada sesión; no se realizaron entrevistas a los participantes de la investigación. Para los propósitos de este trabajo, se seleccionaron cuatro extractos de la Actividad 1 –que se detalla en la siguiente sección– de un sólo equipo (1) integrado por cuatro estudiantes (E1, E2, E3 y E4).

Actividad 1 y Sensor virtual de movimiento

Durante la actividad 1, los estudiantes realizaron en equipos un experimento de la caída de una pelota por un plano inclinado con el objetivo de obtener gráficas cartesianas de distancia-tiempo e interpretarlas en términos del concepto físico de sistema de referencia. Para la obtención de las gráficas, los estudiantes utilizaron un software (*AviMeca*) el cual les permitió trabajar con el concepto de sistema de referencia (figura 1); el procedimiento que siguieron fue videograbar (para diferentes alturas) la caída de la pelota por el plano inclinado.

El software permitie obtener representaciones tabulares de datos de cada video para posteriormente con ayuda de Excel obtener la gráfica correspondiente. Es importante señalar que previo al inicio de las sesiones para la toma de datos, uno de los investigadores asistió al laboratorio para mostrar a los alumnos el software que posteriormente ellos utilizarían. Se les hizo una demostración con un video y aclaró las dudas que tuvieron. Todos los estudiantes ya tenía un

conocimiento sobre otro software que obtiene gráficas cartesianas a partir de videos, de la misma manera que el utilizado en esta investigación. Como se observa en la figura 1, el software contiene dos elementos centrales de los sistemas de referencia: el origen y la orientación, esto permite a los estudiantes reflexionar y tomar conciencia sobre la importancia del sistema de referencia al analizar un problema físico de movimiento.

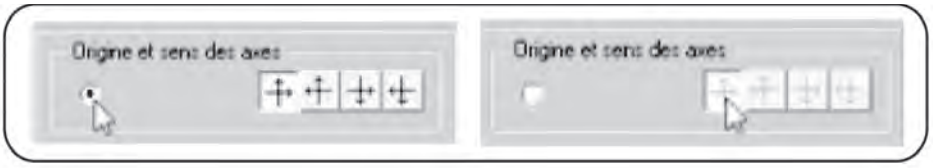


Figura 1. Captura de pantalla de los ejes cartesianos producido por el software *AviMeca* y la configuración del sistema de referencia en el mismo.

Resultados y discusión

En el primer extracto se muestra cómo en la Sesión 2 un estudiante (E3) predijo la gráfica que se debía obtener.

Extracto 1

E3: Lo más general que salga es una recta, ¿no?
Investigador: ¿En qué?
E3: En este plano (el investigador le pregunta: "¿por qué?"). Porque es un plano inclinado, este y unimos dos puntos y teniendo dos puntos es en línea recta para el punto más cercano. Bueno esa es mi teoría.
En el extracto 1 se resalta una idea previa que tiene E3 sobre la forma de la gráfica que se debería de obtener. Esto es una característica de los estudiantes, quienes como señala Radford (2009) ven en la gráfica una copia del fenómeno; la gráfica no representa para ellos relaciones entre variables. Más adelante, en la misma Sesión 2, los estudiantes obtuvieron su primera gráfica y les llamó la atención su forma.

Extracto 2

E3: Yo pensé que era línea recta (mientras los integrantes del equipo 1 observan la pantalla de la computadora; en ella aparece el programa *AviMéca*; figura 2a. E2 dice: "Yo también").
E1: Pues es línea recta (refiriéndose a la trayectoria que sigue la pelota), pero ¿por qué sale así? (refiriéndose a la gráfica obtenida; Figura 2b).
E3: Pero, ahí no se ve la...en la gráfica (indica que él no ve alguna recta en la gráfica).
E2: Dale hasta... (le indica a E1 que abra la ventana de Excel en donde está la gráfica que obtuvieron) y ¡ve! (indica a E1 que ponga atención en la gráfica que tienen en la pantalla; figura 2b).
E3: Porque llevaba más precisión.
En el Extracto 2 se observa el momento en que a los estudiantes la gráfica les objeta, les representa un objeto extraño y contrario a sus ideas. A partir de este momento, el software será determinante en el proceso de toma de consciencia de los estudiantes sobre la forma que tienen las gráficas. Representa un mediador de la actividad intelectual de los estudiantes.

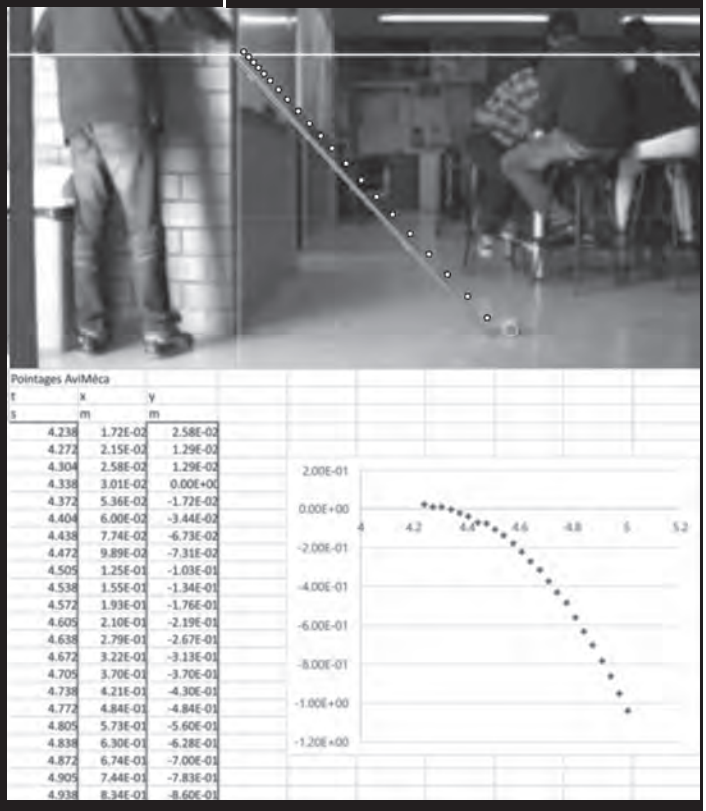


Figura 2. Captura de pantalla del momento en que el Equipo 1 trabaja con el software y obtienen su primera gráfica curva.
Figura 2a., Izquierda, Figura 2b, Derecha.

En otro día (Sesión 3), el investigador propuso al Equipo 1 trabajar con el software; para que observara si al cambiar el sistema de referencia se modificaba la forma de las gráficas. En el Extracto 3 se muestra la conclusión a la que llegó un estudiante, después de cambiar en dos ocasiones el sistema de referencia.

Extracto 3

E 1: Es que nunca vamos a obtener una curva hacia arriba si solamente cambiamos el sistema de referencia. Es ilógico, porque nuestra pelota siempre va a ir hacia abajo.

Investigador: O sea, como la pelota siempre va hacia abajo, tú dices que nunca va la gráfica a ser hacia arriba (se dirige a E 1).

E 1: Mientras estemos cambiando el sistema de referencia. El sistema de referencia nos va a dar la posición de nuestra gráfica, pero siempre va a estar curva (el investigador le pregunta: "¿Hacia abajo?" y E 1 responde afirmativamente).

El Extracto 4, el último, muestra el momento en que el Equipo 1 comienza a comprender el significado del sistema de referencia.

Extracto4

E1: Vamos a hacer esto (elige dos columnas de la tabla de valores; Figura 3a). (E4 le pregunta: "¿Tomar los dos?") Sí, sólo estos dos (se refiere a los valores que seleccionó). Si mi capacidad mental no me falla tiene que salir ¡esto! (Casi en el mismo instante que aparece la gráfica; Figura 3b), que es la línea recta, es nuestro plano inclinado. Entonces ahí está. Entonces, si tomas la variable del tiempo... (es interrumpido por E2).

E2: Es que aquí te sale el plano inclinado, porque no estás tomando el tiempo.

E1: Sólo tomé las variables *X* y las variables *Y*, no éstas, no estás tomando en cuenta el tiempo.

E2: Nada más te da las coordenadas que tú marcaste.

E1: Sí, solamente es su comportamiento [...] éste es nuestro plano inclinado (se refiere a la gráfica obtenida; véase Figura 3b). Pero si tomamos con respecto a *equis*, digo con respecto a ***ye*** vamos a tomar el decaimiento de la altura; cómo fue decayendo la altura (E2 dice: "sí, sí es cierto"). Y si tomamos con respecto a ***equis*** vamos a ver el incremento de la distancia horizontal que había. [...] pero si solamente tenemos *X* y *Y* va a tomar nuestro sistema de coordenadas y nos va a dar nuestro plano inclinado.

E3: La línea recta (E1 dice: "Exacto").

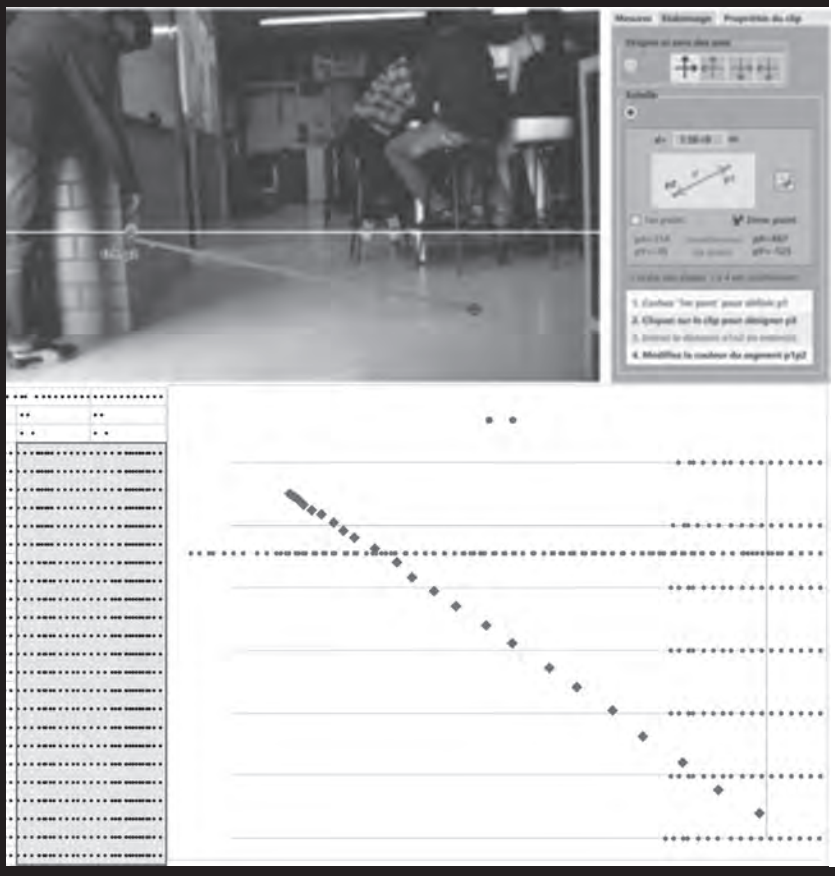


Figura 3. Captura de pantalla del momento en que los integrantes de E1 eligen los valores a graficar y la gráfica correspondiente a dichos valores. Figura 3a, Izquierda, Figura 3b, Derecha.

En el Extracto 3 E1 aún no es consciente del papel del sistema de referencia en la obtención de las gráficas. Sin embargo en el Extracto 4 surge un diálogo en el equipo en donde comienzan a establecer relaciones a partir de los datos obtenidos con el software, dándole significado a su gráfica.

Conclusión

Los resultados muestran evolución en el conocimiento de los estudiantes. En esa evolución, la herramienta (software) jugó un papel crucial. Primero, para promover la reflexión de los estudiantes, y contrastar sus ideas previas (Extracto 1) con lo obtenido (Extracto 2). Segundo, debido a su característica mediadora (del software usado), como transmisora de significados promovió el aprendizaje del concepto físico de sistema de referencia. Otro aspecto muy importante fue el trabajo en equipo. Es menester señalar que la comprensión del sistema de referencia no se logró en su totalidad. Sin embargo, los resultados exponen en primer lugar el carácter de software para potencializar la actividad intelectual de los estudiantes; y en segundo lugar, la necesidad de continuar el estudio de los sistemas de referencia como elemento central en la comprensión del movimiento de objetos.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2013

Referencias

CCH-UNAM (2003). *Plan de estudios de Física I a IV*. Recuperado de http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_fisica.pdf.

Miranda, I., Radford, L., y Guzmán, J. (2007). Interpretación de gráficas cartesianas sobre el movimiento desde el punto de vista de la teoría de la objetivación. *Educación Matemática*, *19*(3), 5-30.

Radford, L. (2006). Elementos de una teoría cultural de la objetivación. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, *9*(4), 103-129.

Radford, L. (2008). The ethics of being and knowing: Towards a cultural theory of learning. In Radford, L., Schubring, G., & Seeger, F. (Eds.). *Semiotics in mathematics education: epistemology, history, classroom, and culture*. Rotterdam: Sense Publishers.

Radford, L. (2009). "No! He starts walking backwards!": Interpreting motion graphs and the question of space, place and distance. *ZDM Mathematics Education* (pp. 467-480). doi: 10.1007/s11858-009-0173-9

Radford, L. (2014). De la teoría de la objetivación. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática, 7*(2), 132-150.

Resnick, R., y Halliday, D. (1970). *Física: Vol. 1*. México: CECSA.

Vygotsky, L. (2009). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. España: Crítica.

LA MEDICIÓN de LA CONSTANTE de aceleración gravitacional EN el siglo XVII

Recibido: 18/01/2016
Aprobado: 29/03/2016

Yuri Posadas Velázquez

Resumen

El propósito de este artículo es revisar brevemente los diferentes métodos de medición empleados en el siglo XVII por Harriot, Fabri, Riccioli, Mersenne y Huygens, para obtener el valor de la constante de aceleración gravitacional (*g*). Se considera importante que el alumno de bachillerato conozca el contexto histórico en el cual se realizó la medición de esta constante antes de la aparición del cronómetro, la fotografía, la cámara de video y los sensores. Al final se realiza una propuesta en la cual el alumno combine los métodos de Mersenne y Huygens con una técnica contemporánea para medir *g*.

Palabras clave: constante de aceleración gravitacional, medición, historia, siglo XVII, Huygens, Galileo, Mersenne, Riccioli, Harriot, Fabri.

Abstract

The purpose of this article is to briefly review the different measurement methods used in the seventeenth century by Harriot, Fabri, Riccioli, Mersenne and Huygens, to get the value of the gravitational acceleration constant (g). It is considered important that high school students know the historical context in which this constant measurement before the appearance of the chronometer, photography, video camera and sensors. Finally a proposal in which students combine methods Mersenne and Huygens with contemporary technique for measuring g is performed.

Keyword: *gravitational acceleration constant, measure, history, XVII century, Huygens, Galileo, Mersenne, Riccioli, Harriot, Fabri.*

Introducción

La constante de aceleración gravitacional (*g*) es, para algunos estudiantes, un valor que debe ser memorizado o recordado para resolver diferentes ejercicios de física: caída libre, energía potencial, tiro parabólico, entre otros. Además, en los cursos de física, pocas veces el docente se detiene a explicar qué es la aceleración gravitacional, por qué y en qué condiciones es constante. También puede resultar

sorprendente para el alumno encontrar en los libros de texto o fuentes electrónicas diferentes valores para *g*: 9.807 m/s^2, 9.81 m/s^2, 9.8 m/s^2, 9.78 m/s^2.

En el proceso de enseñanza y aprendizaje, la situación mejora cuando en los cursos de física se realiza algún experimento destinado a medir el valor de *g*, pues el alumno sigue una metodología para obtener y analizar resultados que lo conducen a un modelo matemático, con el cual se acerca a una mejor comprensión del fenómeno de caída libre. La determinación de la constante *g* ha sido resultado de la aplicación de diferentes métodos, según el desarrollo tecnológico de la época. Por ejemplo, en los inicios del CCH era común emplear el cronómetro para registrar el tiempo empleado por un objeto en caída libre para recorrer cierta distancia. Otra forma para calcular el valor de *g* era emplear el péndulo simple. La fotografía estroboscópica fue un método más, aunque éste se aplicaba en los primeros semestres de la carrera de Física y de algunas ingenierías, rara vez en el bachillerato. Con la introducción de los dispositivos electrónicos, las cámaras de video se convirtieron en otro auxiliar didáctico útil para medir *g*. Finalmente, al inicio del siglo XXI, los sensores prestaron una valiosa ayuda para el análisis de éste y otros movimientos. Actualmente las cámaras digitales de alta velocidad son un valioso recurso que es factible emplear en el aula-laboratorio para tal fin.

Ahora bien, es válido preguntarse: ¿cómo se midió la constante *g* antes de la invención de estas tecnologías? Es lo que revisaremos brevemente en los párrafos siguientes.

Las mediciones de Harriot, Fabri, Mersenne y Ricciolli

En su obra *Física*, Aristóteles supuso que los cuerpos más pesados (de mayor masa) caen más rápido que los cuerpos ligeros (de menor masa). Sin embargo, en el año 1586, Simon Stevin (1548-1620) realizó un experimento para refutar esta suposición de Aristóteles. Stevin se percató de que

> …Si tomamos dos bolas de plomo, una de ellas diez veces mayor en peso que la otra, que dejaremos caer juntas de la altura de treinta pies sobre una plancha… se verá que la más ligera no emplea diez veces más tiempo para caer que la más pesadas, sino que caen con tanta igualdad sobre la plancha que ambos ruidos parecen una única sensación de sonido. (Mason, 1998, p. 40)

Con este experimento se demostró que la velocidad de un cuerpo en caída libre no depende de la masa. Ahora bien, muchos pensadores de esa época se preguntaron qué relación guarda el espacio recorrido por un cuerpo en caída libre –llamado por algunos movimiento natural– y el tiempo empleado en recorrerlo.

Suele mencionarse a Galileo como el único científico que trató de medir el valor de *g*. Sin embargo, algunos pensadores del siglo XVII se empeñaron en esta labor y reportaron sus respectivas mediciones.

En el año 1600, el inglés Tomas Harriot (1560-1621) realizó una serie de experimentos para estimar el tiempo de caída de un cuerpo desde cierta altura. En su obra *Manuscritos Añadidos*, Harriot planteó como hipótesis que el espacio atravesado por un cuerpo en caída libre es proporcional al cuadrado del tiempo. Según este autor:

> [Una] bola cae de 55 1/2 pies [de altura en] 2 1/2 [pulsaciones]. El tiempo menor [calculado] es de 2 pulsos, el tiempo mayor de 3 pulsos. [El experimento] fue ensayado con 20 balas, una [cayendo] después de la otra. (Lohne, 1979, p. 243)

Lo que en realidad hizo Harriot fue un promedio de los tiempos empleados por veinte balas del mismo peso liberadas simultáneamente para que, según él, no se perdiera continuidad. Se valió de un ayudante, situado en lo alto de una torre, al cual le indicaba –ignoramos si con una seña o algo parecido– el momento preciso para soltar la bala; entonces iniciaba a contar el número de pulsaciones de su muñeca hasta el momento en que aquélla hiciese contacto con el suelo. Harriot concluyó que la distancia a la cual desciende la bala en 2 1/2 pulsos oscila entre 10.4 y 16.3 pies. Como su pulso equivale a 0.74 s y su pie a 30.5 cm*, los valores extremos de *g* que podemos calcular resultan ser de 634.4 y 994.3 cm/s^2; y, en promedio, de 814.35 cm/s^2.

Aunque suele atribuirse en forma exclusiva a Galileo Galilei (1564-1642) el usar las oscilaciones de un péndulo para medir el tiempo, en realidad varios de sus contemporáneos emplearon este método para estudiar el movimiento de caída libre.

Por ejemplo, en el año 1636, un fraile francés perteneciente a la Orden de los Mínimos, Marinne Mersenne (1588-1648) dio a conocer sus experimentos de caída libre en una obra titulada *Harmonie Universelle*. Una de las novedades es la introducción del péndulo como reloj. Se sabe que Mersenne empleó un péndulo cuya longitud era de 3 1/2 pies de Rey (o pies reales), con un semiperíodo de oscilación ligeramente superior a un segundo.

La forma para medir el tiempo de Mersenne es interesante (ver figuras 1 y 2). Ordenaba que uno de sus asistentes, colocando una bola en el punto A, la soltase tan pronto el fraile hiciera lo mismo con una péndola *b* que tenía sujeta en una

* Para la deducción del valor de *g* se utiliza la expresión: $g = 2\ d / t^2$, siendo *t* el tiempo y *d* la distancia recorrida por el cuerpo. En todos los análisis de las mediciones reportadas por los diferentes autores, se empleará este modelo matemático. (Lohne, 1979, p. 243)

de sus manos. Cuando aquélla llegaba al suelo (punto B), se fijaba si la péndola había chocado con una bola fija *b*' colocada simétricamente respecto a aquélla; si no era así, volvía a repetir todo el procedimiento, modificando únicamente la altura inicial AB.

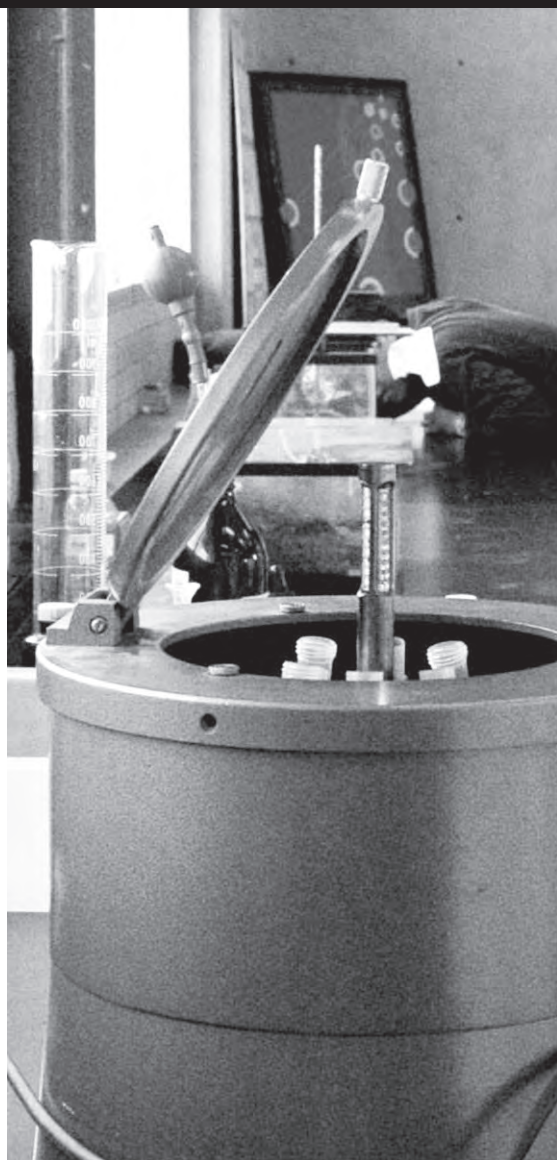
Mersenne mantuvo contacto con Galileo y los principales científicos de Europa. Por lo tanto, estaba al pendiente de los trabajos encaminados al estudio del movimiento de caída libre. Cuando Mersenne realizó su experimento cuidadosamente, no tuvo más remedio que refutar el valor de *g* que él conocía de Galileo. El fraile francés menciona en su *Harmonie*:

> [Si suponemos] que las cien brazas de Galileo son 166 2/3 de nuestros pies, [de todos modos] nuestras experiencias repetidas más de 50 veces... nos apremian a decir que la bola cae 300 pies en cinco segundos, es decir 180 brazas, o casi dos veces más que lo propuesto por [aquél]: de suerte que [la bola] debe caer las cien brazas... en 3 18/25 [segundos]... y no en 5. Porque hemos probado muy exactamente que un globo de plomo cuyo peso es cerca de una libra... cae de 48 pies en 2 [segundos], de 108 pies en 3 y de 147 pies en 3 1/2... (Mersenne, 1975, p. 8)
>
> Al atribuir Mersenne a Galileo la <<caída de un grave desde una altura de 166 2/3 pies en cinco segundos>>, podemos obtener un valor para g de 438.3 cm/s2. Por el contrario, del valor reportado por el clérigo –<<48 pies en 2 s>>– se desprende un valor para g de 788.9 cm/s^2. El canónigo francés utilizó pies reales, cuya equivalencia es de 32.87 cm.

En el mismo año que Mersenne dio a conocer su *Harmonie*, el jesuita Honoré Fabri publicó su obra *Tractatus Physicus de Motu Locali*, en la cual al analizar el movimiento de caída libre, Fabri asegura que en el primer segundo de caída vertical, un grave recorre 12 pies [ingleses] (Lohne, 1979, p. 244). El pie inglés que empleó Fabri equivale a 30.5 cm. Aunque Fabri no aclara cómo realizó la medición, el valor de la constante de aceleración gravitacional que se desprende de su aseveración es de 732.0 cm/s^2.

Un ejemplo de paciencia y tenacidad en la historia de la experimentación en la física, es el del padre italiano Juan Bautista Riccioli y sus monjes colaboradores. En su momumental obra *Almagestum Novum* (1651), registró los resultados de diez años de minuciosa investigación sobre el movimiento de caída libre y otros temas de astronomía. Su método de medición fue el mismo de Mersenne: utilizar un péndulo de período conocido para estimar el tiempo de caída de un cuerpo emplazado a diferentes alturas. Dicho péndulo tenía una longitud de 1 pie romano y 5 ½ pulgadas (cerca de 43.5 cm; 1 pie romano equivale a 29.57 cm).

En el *Almagestum*, Riccioli reportó varios experimentos. En uno de éstos empleó un péndulo cuyo período era de 1 segundo. Reportando los siguientes resultados para un objeto en caída libre: 15 pies recorridos en 1 segundo, 60 pies en 2 segundos, 165 pies en 3 segundos y 240 pies en cuatro segundos (Riccioli, 1651, p. 90). Las cifras anteriores arrojan un valor para *g* de 887.1 cm/s^2; una mejora significativa con relación al obtenido por Mersenne (788.9 cm/s2).



El método de Huygens

En el año 1659, el holandés Cristiaan Huygens (1629-1695) retoma el método de Mersenne y realiza sus propias mediciones para obtener el valor de *g*. Emplea un péndulo de período conocido para la determinación del tiempo. Según Huygens (ver figura 3):

> [Si tomamos una] cuerda [AB] con la plomada en B y [otra] bola de plomo colocada [a una altura dada en] C, [ambas] detenidas al comienzo, [procedamos a] articular el [movimiento] de la esfera C con el comienzo del movimiento del péndulo [a través de] su plomada en B, hasta que ésta se impregne con [varios] palimpsestos [perfectamente apilados pegados a una tabla] y se produzca un claro sonido [debido al choque]. La simultaneidad entre los sonidos [de la plomada que se estrella contra los palimpsestos así dispuestos y de la esfera que cae desde C] la decidirá [esta última] cayendo [sobre] una caja GH... (Huygens, 1950, p. 278)

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2013

Huelga mencionar que este método requiere, primeramente, coordinar la destreza manual para soltar la bola al mismo tiempo que se hace oscilar el péndulo. Además de sincronizar el momento en que la bola golpea el suelo con el instante en que la plomada del péndulo choca contra los palimpsestos. Al decir de Huygens:

> [Usando un péndulo con período] de medio segundo y 3 pies y medio de longitud [determinamos que un cuerpo al caer] recorre un espacio de 14 pies de altura en un segundo [...] Experimentamos [otro] día... con un segundo péndulo cuya vibración simple [la realizaba] en 3/2 unidades de segundo... La longitud de este péndulo era cerca de 6 pies y 11 doceavos. Pero aquí el registro de las vibraciones lo llevábamos con nuestro horologium, y colegíamos. Y así, contando al mismo tiempo las semivibraciones con la caída... de la bola de plomo [resultó] una altura de 7 pies y 8 doceavos [en 3/4 de segundo]. Por consiguiente [al realizarlo por segunda vez], la altura de caída fue de 7 1/2 pies [atravesados en 3/4 de segundo]. (Huygens, 1950, p. 279)

Es decir, empleó un péndulo cuya longitud era de 6 11/12 pies; mientras que su vibración simple (semiperíodo de oscilación) la completaba en 3/2 segundos. El pie empleado por Huygens equivale a 30.48 cm.

Esta primera serie de experimentos arroja tres valores diferentes que es factible analizar para calcular la constante *g*: 14 pies atravesados en el primer segundo, 7.66 pies recorridos en 0.75 segundos y 7.5 pies de trayecto en 0.75 segundos. En ese orden, los tres valores que se desprenden para la constante de aceleración gravitacional son: 853.4, 830.1 y 812.8 cm/ s^2.

La mejor estimación a la que arriba es de 15 pies y 7 ½ doceavos de recorrido de la bola en un segundo (Huygens, 1950: 281), y de aquí podemos colegir un valor para g igual a 952.5 cm/s2 ¡Un valor muy próximo al actual! (980.7 cm/s^2, a nivel del mar y 45° de latitud). Ahora bien, el propio Huygens reconoce que con el método de Mersenne no es posible conseguir mayor precisión en las mediciones, pues el péndulo simple es aproximadamente isócrono sólo con pequeños ángulos y un número restringido de oscilaciones. En su obra *Horologium oscillatorium* (1673), Huygens se dio cuenta de que:

> El péndulo simple no puede ser considerado como una medida del tiempo segura y uniforme, porque las oscilaciones amplias tardan más tiempo que las de menor amplitud; con ayuda de la geometría he encontrado un método, hasta ahora desconocido, de suspender el péndulo; pues he investigado la curvatura de una determinada curva que se presta admirablemente para lograr la deseada uniformidad […] La línea mencionada es la misma que describe en el aire un clavo sujeto a una rueda cuando ésta avanza girando; los matemáticos la denominan cicloide… yo la he estudiado por su aplicación a la medida del tiempo ya mencionada (Wikipedia, 2016).
>
> El reloj (*horologium*) isócrono de Huygens no es el péndulo simple sino un dispositivo en el cual la péndola se mueve bajo la trayectoria de una cicloide. Así, la imagen popular de Galileo usando el péndulo simple como cronómetro de precisión en sus experimentos, no es correcta porque este instrumento, como lo demostraron Huygens, y el mismo fraile francés, es anisócrono (Mersenne, 1644: 41).

Conclusiones

En este breve recorrido histórico observamos los esfuerzos de distintos pensadores para medir lo que ahora denominamos como la *constante de aceleración gravitacional* (*g*) antes de la invención del cronómetro y otras técnicas para la medición del tiempo. Todo comenzó cuando Simon Stevin refutó experimentalmente el aserto aristotélico consistente en suponer que la velocidad de caída de los cuerpos es directamente proporcional a su peso (masa). A partir de entonces, diferentes autores se dieron a la tarea de medir la distancia recorrida por un cuerpo en caída libre en función del tiempo. A Galileo, el imaginario popular le atribuye experimentos que quizá no realizó en la forma que se supone; entre éstos el de caída libre. Otros autores sí los efectuaron y se valieron del pulso corporal como reloj (Harriot) para estimar el tiempo de caída de un cuerpo. Algunos más utilizaron el péndulo simple (Mersenne, Riccioli, Huygens) con esta misma finalidad. En este proceso histórico las mediciones fueron mejorando, según se muestra en la Tabla I.

Autor	Año de experimentación	Valor(es) obtenido(s) para 2 (m/s^2)*
Galileo	----	438.3
Harriot	1600	634.4 y 994.3
Fabri	1636	732.0
Mersenne	1636	788.9
Riccioli	1651	887.1
Huygens	1659	812.8 y 952.5

Tabla 1

Los resultados de la medición de *g* muestran la importancia de enfatizar en los cursos de física que las constantes físicas son resultado de procesos históricos, interpretaciones y diferentes mediciones que van mejorando a lo largo del tiempo; de ninguna manera son valores propuestos arbitrariamente o han sido obtenidos a partir de una sola medición. En el mismo sentido, hay que entender el contexto histórico en el cual se realizaron los experimentos, de otra manera es posible caer en mixtificaciones o suposiciones poco consistentes. Al respecto es ilustrativo lo expresado por Thomas Kuhn:

> Los modernos aparatos de laboratorio con los que se ayuda al estudiante a comprender la ley galileana de la caída libre, son un buen ejemplo de la manera como la pedagogía desvirtúa la imagen histórica... entre ciencia creativa y medición. Lo más probable es que ninguno de los aparatos que están hoy en uso podrían haberse construido en el siglo XVII. 1966, p. 214)

Así, es necesario mostrar al alumno el contexto histórico en el cual se efectuaron los experimentos y las mediciones de las constantes físicas con el objetivo de contribuir a una formación crítica y científica de la física, descartando visiones simplistas o idealistas en la construcción del conocimiento científico. Si bien, la tecnología actual es un recurso útil para analizar el movimiento de caída libre y otros fenómenos físicos, es indispensable revisar –aunque sea de manera sucinta– la historia de la conformación de los conceptos físicos. Lo anterior contribuye a la formación integral de los alumnos del CCH que cursan las asignaturas de física.

Una forma interesante de combinar la tecnología, la creatividad y la historia es que los alumnos empleando, por ejemplo, la videograbación, reproduzcan y filmen una variante de los experimentos de Mersenne o de Huygens para realizar sus propias mediciones de *g*. Entonces podrían analizar las limitaciones y los aciertos de cada método, con la ventaja de obtener resultados experimentales más cercanos al valor de dicha constante. De esta manera, se vinculan los ejes metodológico, disciplinario e histórico en el proceso de enseñanza de la física.

Referencias:

Crombie, A.C. (2014). *Historia de la ciencia: de San Agustín a Galileo*. Madrid: Alianza Universidad.

Hall, R. (2010). *La revolución científica. 1500-1750*. Madrid: Grijalbo.

Hall, R. (2005). *From Galileo to Newton*. New York: Dover.

Huygens, C. (1950). *Oeuvres complètes. Tome XVII. L'horloge à pendule 1656-1666*. Recuperado de http://www.dbnl.org/tekst/huyg003oeuv17_01. *Consultado el 9 de enero de 2016*.

Koyré, A. (2000). *Estudios galileanos*. México: Siglo XXI

Kuhn, T. (1966). The Function of Measurement in Modern Physis. *Isis*, 18, 212-218.

* Para Galileo, el valor corresponde al que le atribuye Mersenne. En el caso de Harriot y Huygens, se han tomado las cotas mínima y máxima reportadas por estos autores.

Lohne, J.A. (1979). Balistic Parabolas. *Archive for history of Exact Sciences, 20,* 242-244.
Mason, S. (2008). *Historia de las ciencias. vol. II*. México: Alianza Editorial Mexicana.
Mersenne, M. (1975). *Harmonie universelle*, *vol. II*. París: CNRS.
Mersenne, M. (1644). Phenomena ballistica. *Cogitata physico-mathematica* (41). Recuperado de http://reader.digitale-sammlungen.de/en/fs1/object/display/bsb10525691_00005.html.
Riccioli, G.B. (1651). *Almagestum novum*. Recuperado de http://www.e-rara.ch/doi/10.3931/e-rara-520.
Taton, R. (1998). *Histoire générale des sciences. La science moderne. vol. II*. Paris: Puf.
Wikipedia. (2016). *Péndulo cicloidal*. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9ndulo_cicloidal.

Ilustraciones

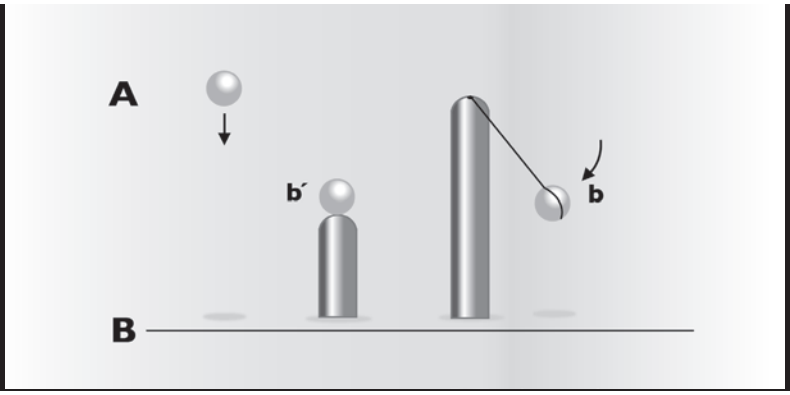
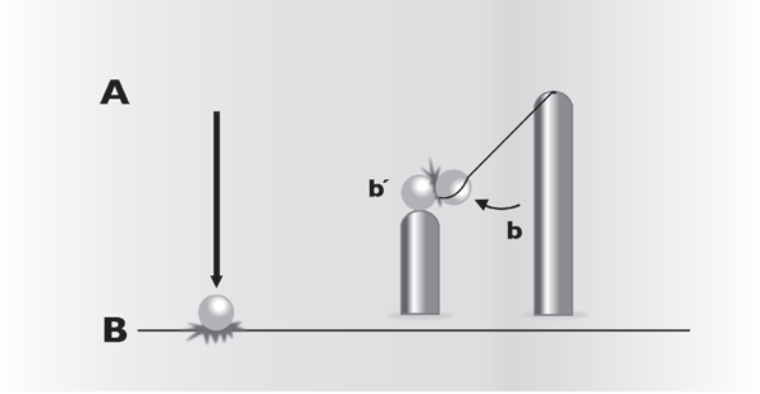


Figura 1. Recreación del experimento de Mersenne. En la posición inicial, la péndola b y la bola b' se encuentran en reposo, al igual que el cuerpo colocado en el punto A.

Figura 2. En la posición final, la péndola b golpea a la bola b' y el objeto golpea al suelo en el punto B.



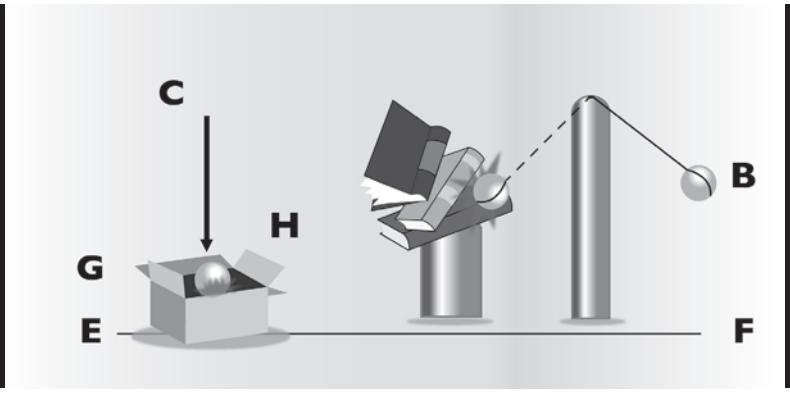


Figura 3. Recreación del dispositivo experimental de Huygens.

LA RELACIÓN estructura-propiedad a través DEL desarrollo de HABILIDADES de PENSAMIENTO

Recibido: 02/09/2019
Aprobado: 29/09/2016

María del Rosario Olguín González
Ana María Hernández Sanabria
Adolfo E. Obaya Valdivia

Resumen:
Se elaboró una secuencia didáctica y el material correspondiente para identificar grupos funcionales y explicar la relación estructura-propiedad de los mismos a través de ejercicios de habilidades de pensamiento y la presencia de fuerzas intermoleculares para facilitar su comprensión. El material didáctico fue evaluado y se presentan los resultados.

Palabras clave: grupos funcionales, habilidades de pensamiento, ciencia, didáctica, fuerzas intermoleculares.

Abstract
A didactic sequence was developed and also the corresponding material to identify functional groups and explain the structure-property relationship through the same exercise thinking skills and the presence of intermolecular forces to facilitate understanding development. The materials were evaluated and the results are presented.

Keywords: *functional groups, thinking skills, science, didactic, intermolecular forces*

Introducción

De acuerdo al grupo de Pensamiento Científico de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM (Hernández y Lira, 2008), las dimensiones que se evalúan en la enseñanza de las habilidades del pensamiento científico son: a) la naturaleza y b) los procesos de la ciencia; refiriéndose la primera a las características del trabajo considerado científico y las condiciones que hacen de la ciencia confiable

y útil, diferente de otras actividades consideradas no del todo científicas; y la segunda a los procesos que la mente humana emplea para generar conocimientos nuevos como pueden ser los procesos descriptivos y los explicativos.

En este trabajo se presenta el material didáctico diseñado para favorecer la comprensión de la relación estructura-propiedad de algunos grupos funcionales haciendo énfasis en las dimensiones del pensamiento científico y en los diferentes niveles de representación de la materia (macroscópico, nanoscópico y simbólico).

Naturaleza de la ciencia

Las características de la naturaleza de la ciencia son las siguientes:

a) El conocimiento científico es provisional, sujeto a cambio.
b) Tiene bases empíricas, fundamentado y/o derivado de las observaciones del mundo natural.
c) Subjetivo, dirigido por la teoría; es producto parcial de la inferencia, imaginación y creatividad humanas.
d) La distinción entre las observaciones y las inferencias y las relaciones entre las teorías y las leyes científicas.

Los procesos de la ciencia pueden agruparse en:

a) Los procesos descriptivos: se originan al observar materiales o fenómenos, se localizan regularidades o patrones de comportamiento, a partir de los cuales se hacen clasificaciones y se establecen generalizaciones. Si estas últimas se observan siempre, se formulan leyes.

Los hechos o datos pueden ser observados directamente, con los sentidos, o indirectamente, mediante aparatos. Las regularidades, los patrones de comportamiento son ya inferencias, tienen una mayor contribución de ideas mentales, de imaginación.

b) Los procesos explicativos surgen cuando la mente humana pretende explicar las generalizaciones o las leyes observadas. Entonces se crean modelos y teorías para explicar y predecir lo observado, éstos tienen la finalidad de explicar y predecir, con su formulación existe una mayor contribución mental de ideas.

Metodología

Se elaboró una secuencia didáctica para revisar el tema de identificación de grupos funcionales y la relación estructura-propiedad de los mismos, utilizando como modelos los propuestos por Díaz Barriga (2013) y Obaya (2007); también se elaboró el material didáctico "Aprendiendo a clasificar" y "Las fuerzas que nos unen" para trabajar con los alumnos.

Se realizó un estudio exploratorio del material con un grupo de 17 alumnos, (11 mujeres y 6 hombres) con una edad promedio de 18 años, los estudiantes reprobaron en una ocasión la asignatura y la cursan por segunda vez dentro del Programa de Apoyo al Egreso (PAE) de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades.

El material didáctico elaborado está dividido en dos partes: la clasificación e identificación de grupos funcionales a través de la búsqueda de semejanzas y diferencias y la relación estructura-propiedad de los grupos funcionales a través de los modelos de fuerzas intermoleculares que permiten explicar las tendencias observadas, las cuales se describen a continuación.

El material para la primera sesión comienza con reconocer el procedimiento de clasificación a través de un ejercicio con figuras geométricas que se encuentra a continuación, en donde se observan sus semejanzas y diferencias para posteriormente agruparlos por sus características de forma, tamaño, contorno y relleno (ver figura 1).

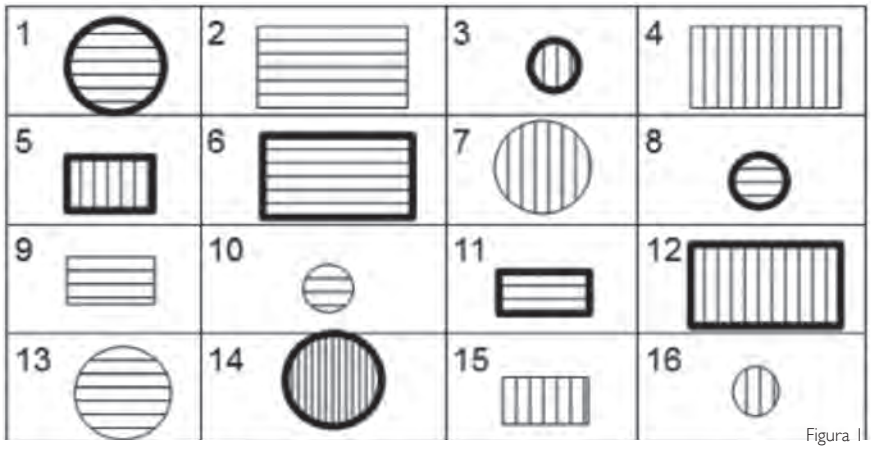


Figura 1

Una vez que se comprende cómo clasificar, se les proporciona dentro del material tres bloques con diferentes estructuras (ver figura 2) donde se pueden observar los siguientes compuestos: alcoholes, haluros y éteres, para el bloque A; ácidos carboxilicos, sa, aldehídos y amidas, para el bloque B y aminas para el bloque C, todas serán clasificadas por los alumnos. Una vez clasificados los compuestos se les presentan estructuras de sustancias conocidas donde deben identificar los grupos funcionales presentes. La evaluación formativa de esta sesión consta de una serie de compuestos orgánicos en los cuales se debe identificar el grupo funcional para buscarlo en una sopa de letras (ver figura 3). Para reforzar lo aprendido se les entrega una estructura con varios grupos funcionales para su identificación y se les asigna una investigación documental acerca de las diferentes fuerzas intermoleculares (fuerzas dipolo-dipolo, fuerzas de London y puente de hidrógeno).

Anexo 1

Hoja para recortar

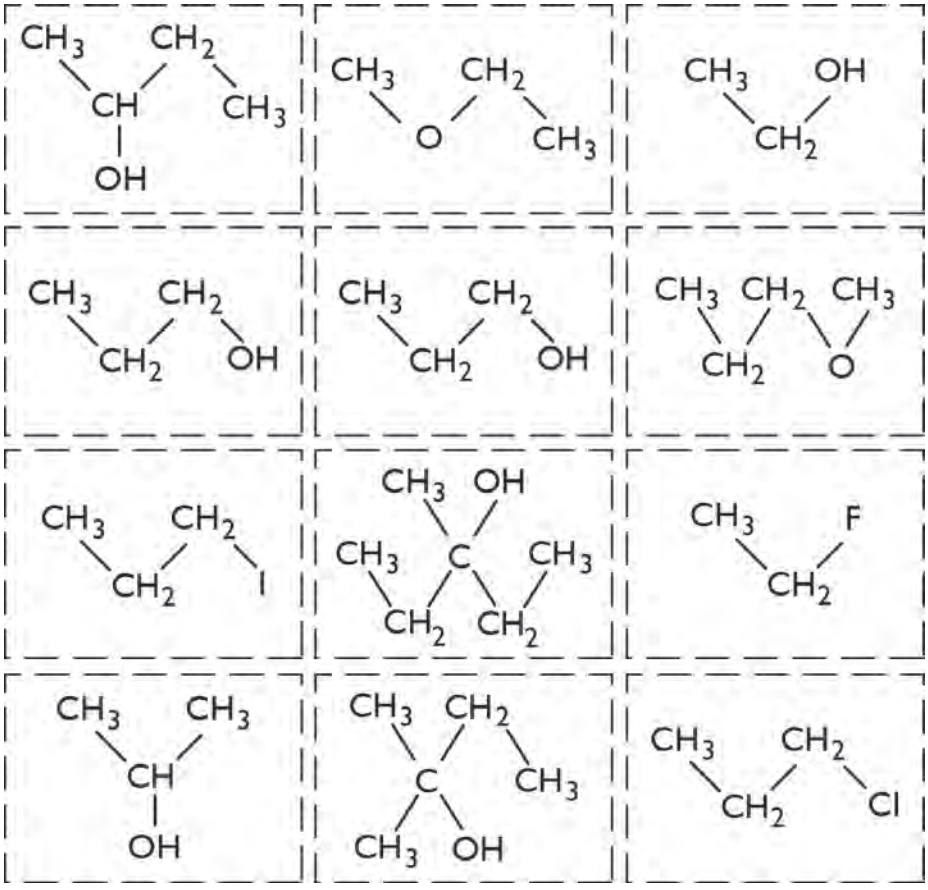


Figura 2

Evaluación formativa. Identifica el tipo de compuesto de cada una de las siguientes estructuras de acuerdo al grupo funcional presente en ellas, coloca su nombre en la línea y localiza dichos compuestos en la sopa de letras.

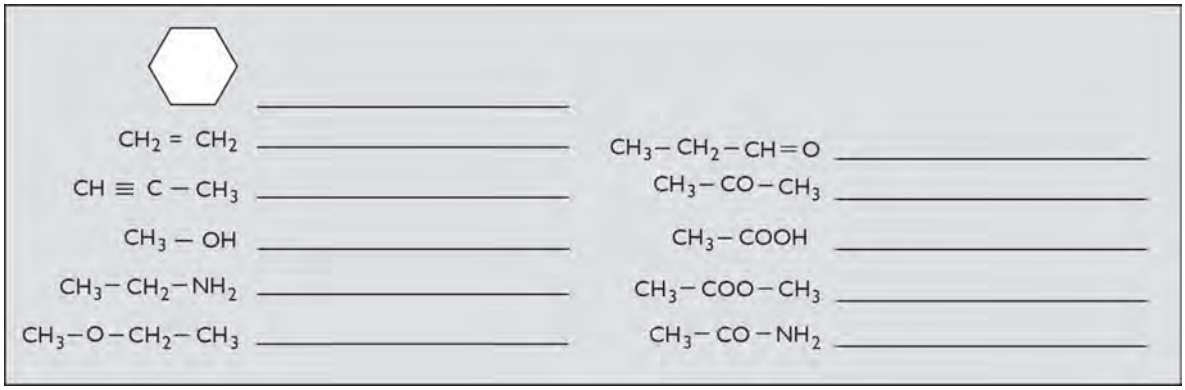


Figura 3

C I U W E O S A B H C Q W D Q E T D B L U Q G N
G G E V A J A E Z U H H H E Y I O L R T O J N Q
L H S Y L P H B T E V Z R H B Q J Q U Z X Q O F
Q J D S Q M Y Q A F W Z T I I T D A A Q P V N U
Y B B Y U A N K B G U Q A J W Z S U T M D H A R
J H X M I E L J S Z H F W U O W S O G W I Y C J
Q O I I N A A C X C K M T N A I X D O L K D L T
U V Q E O N R A O S F F K R E T E I M E R C A W
E E T M D O O H M H S O Q A G K E H I S G S O R
G S H E Y T M S G J O U O X C Q W E P O S F L Q
H O T U Q E A Y U S O L F W J T F D H A J U C I
C N I E B C T X V Y N G D P Z R E L Z P M C I B
R X G C R R I M M Z E E F N O N L A K S A I C E
Y A C C D G C A J B U K U Y M G C W B N M Y N G
E G S A L Q O H T E Q C S K L E B I N T S I M A
U D N Y G G I D K Q L W C K F D Q Y N Y N F L Q
V V S H A C I D O C A R B O X I L I C O K I H T

Figura 3

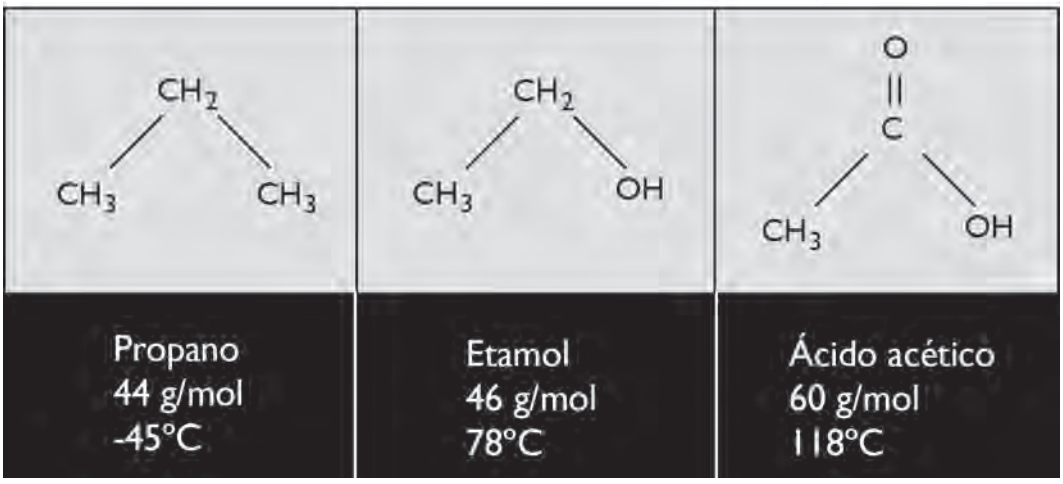
En la segunda sesión se revisa de forma grupal la investigación documental para homogeneizar la información y posteriormente en el material diseñado se revisan datos acerca de los puntos de ebullición de diferentes compuestos como son alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos, desde 1 a 5 carbonos en su cadena, haciendo énfasis en sus estructuras y las fuerzas intermoleculares que intervienen para que los valores sean tan diferentes. Retomando la propuesta de Torres (2005) se pide a los alumnos que organicen en orden creciente de punto de ebullición cinco compuestos (2,3-dimetilbutano, pentan-1-ol, neopentano, hexano, 2-metilbutan-2-ol) explicando las razones para esta organización.

La siguiente actividad es analizar cuatro imágenes de mezclas (a: red cristalina más agua; b: fuerzas iónicas intensas más disolvente no polar; c: sólido no polar más disolvente no polar; y d: sólido no polar más agua) y explicar por qué el aceite no es soluble en agua pero si es soluble en gasolina utilizando conceptos como fuerzas intermoleculares, polaridad y área superficial. Una vez comprendido se realizan algunos ejercicios como los siguientes:

Ejercicios: Relaciona las siguientes columnas señalando la fuerza que une las moléculas de cada uno de los compuestos presentes.

a) Fuerzas dipolo-dipolo.	( )	CH3-OH
b) Fuerzas de London.	( )	CH3-Cl
c) Puentes de Hidrógeno.	( )	CH3-CH3

Observa la siguiente tabla, analiza los puntos de ebullición de los compuestos y responde si existe alguna relación con esta propiedad física y el grupo funcional presente en ellos (alcano, alcohol y ácido carboxílico).



Se aplicó una evaluación formativa con cuatro preguntas de opción y una abierta, todas las respuestas deben ser argumentadas para evaluar el aprendizaje adquirido. Los resultados se describen a continuación:

Evaluación formativa

1. Para cada par de compuestos encierra en un círculo el que se espera tenga el punto de ebullición más elevado. Explicando tu razonamiento.

a) (CH3)3C-C(CH3)3 ó (CH3)2CH-CH2-CH2-CH(CH3)2
b) CH3(CH2)6CH3 ó CH3(CH2)5CH2OH

2. Encierra en un círculo el miembro de cada par de compuestos que sea más soluble en agua. Explica por qué.

a) CH3CH2NHCH3 ó CH3CH2CH2CH3
b) CH3CH2OH ó CH3CH2CH2CH2OH

3. La trimetilamina [(CH3)3N)] tiene un p. eb. de 3°C y la n-propilamina CH3CH-2CH2NH2 tiene un p. eb. de 49°C, si ambas tienen el mismo peso molecular, explica por qué los puntos de ebullición son tan diferentes.

Discusión de resultados

Con respecto a la identificación de los grupos funcionales el 26% busca las palabras en la sopa de letras y no lo relacionan con las estructuras, el 74% si buscan el grupo funcional a partir de las estructuras presentes aunque una minoría confunde la cetona con el aldehído.

En relación con la primera pregunta de la evaluación formativa, en el inciso "a" 68% seleccionan correctamente la

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2013

segunda molécula y argumentan que la extensión de la cadena y la superficie de contacto incrementan el punto de ebullición; en el inciso "b" el 95% selecciona correctamente la segunda molécula y argumenta que la posible formación de un Puente de Hidrógeno incrementa su punto de ebullición.

Respecto a la segunda pregunta, el 53% respondió correctamente el primer inciso aunque sólo el 37% argumento que la formación de un punto de hidrógeno con el nitrógeno favorecería su solubilidad en agua, para el inciso "b" el 63% señaló correctamente la primera molécula y argumentó que la formación de un puente de hidrógeno y el tamaño de la cadena son los factores que favorecen la solubilidad en agua.

En la tercera pregunta el 58% argumenta utilizando términos como: puente de hidrógeno, superficie de contacto, diferencias entre cadenas lineal y ramificada y fuerzas de London; ello para explicar la diferencia de los puntos de ebullición entre la trimetilamina y la n-propilamina.

Conclusiones

Con base a las respuestas de los alumnos y resultados obtenidos se pueden establecer algunas conclusiones y sugerencias:

- El 100% de los alumnos acreditaron el curso, en su mayoría con calificaciones entre 7 y 8.
- Para hacer más confiable la evaluación sobre identificación de grupos funcionales se debe cambiar la sopa de letras por una relación de columnas, con esto se deja de lado la especulación sobre si relacionaron la estructura con el grupo funcional o sólo buscaron palabras conocidas.
- En los cursos ordinarios se explica que el incremento de número de carbonos incrementa el punto de ebullición sin hacer referencia a isómeros con diferente punto de ebullición, de modo que se debe hacer énfasis en que dentro de una misma molécula pueden existir diferentes fuerzas de atracción ya sea de London o puentes de hidrógeno pues a los alumnos les es más fácil identificar el segundo y asumir que el otro no está presente.
- Si bien el desarrollo de habilidades de pensamiento es algo que lleva tiempo, es importante diseñar estrategias que lo favorezcan así como establecer claramente las diferencias entre las descripciones nanoscópicas y las macroscópicas.

Referencias

Díaz-Barriga, A., (2013). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica, Comunidad de Conocimiento UNAM.* Recuperado de http://www.setse.org.mx/ReformaEducativa/Rumbo%20a%20la%20Primera%20Evaluaci%C3%B3n/Factores%20de%20Evaluaci%C3%B3n/Pr%C3%A1ctica%20Profesional/Gu%C3%ADa-secuencias-didacticas_Angel%20D%C3%ADaz.pdf

Hernández, S y Lira G. (2008). Estructura Conceptual del Pensamiento Científico. Una propuesta pedagógica. *Docencia*, 8(25).

Obaya, A., y Ponce, R. (2007). La secuencia didáctica como herramienta del proceso enseñanza aprendizaje en el área de Químico Biológicas. *ContactoS, 63,* 19-25.

Torres, H. *et. al.* (2005). Fuerzas intermoleculares y propiedades físicas de compuestos orgánicos: una estrategia didáctica. *Educación Química, 16* (10, 129-136.

MEDICIÓN con TIC de LA VELOCIDAD del sonido EN el AIRE

Recibido: 1/09/2016
Aprobado: 28/09/2016

Gonzalo Víctor Rojas Cárdenas

Resumen:
Actualmente contamos con una amplia gama de dispositivos tecnológicos, que nos permiten complementar las posibilidades inherentes que se tienen en un laboratorio de docencia. Algunos de estos dispositivos son los teléfonos inteligentes y las tabletas electrónicas. En este trabajo se presenta una estrategia didáctica que tiene por objetivo medir experimentalmente la velocidad del sonido, utilizando materiales e instrumentos que están disponibles comúnmente en los laboratorios curriculares y una aplicación de diapasón para teléfono inteligente.

Palabras clave: Física, velocidad del sonido, experimento, teléfono inteligente.

Abstract:
Nowadays, we have access to a wide range of technological gadgets that let us complement the inherent possibilities available in a teaching laboratory. Some of these gadgets include smartphones and tablets. In this paper we present a teaching strategy which aims to measure sound speed experimentally by using materials and instruments which are available in teaching laboratories and a smartphone's "application of diapason".

Keywords: *Physics, sound speed, experiment, smartphone.*

Introducción

Como parte importante de la orientación del Área de Ciencias Experimentales, se debe imprimir a los cursos una orientación cultural y la aplicación de los conceptos y principios de la física en el entorno del alumno. Para contribuir a esta orientación se ha realizado recurrentemente la estrategia didáctica descrita aquí.

Entre los diversos aspectos culturales que tiene el alumnado, se encuentran los celulares inteligentes que utiliza cotidianamente. En esta estrategia son empleados para remediar la falta de un número suficiente de diapasones, que se requerirían para generar varias frecuencias sonoras específicas.

Durante el desarrollo se aplican los conceptos físicos de frecuencia (f), resonancia, onda estacionaria, nodo, antinodo, onda longitudinal, longitud de onda (λ) y muy especialmente el de velocidad de la onda (v), empleada para medir la velocidad del sonido. Es notorio que esta estrategia resulta muy atractiva, para el alumnado, ya que los fenómenos sonoros representan una parte muy importante de su entorno y la resonancia sonora es un fenómeno espectacular.

El instrumental necesario para realizar la medición, se puede encontrar comúnmente en cualquier laboratorio curricular. Adicional a esto, es indispensable contar con un tubo de PVC abierto por ambos extremos. También se requiere de una aplicación (app) de diapasón para teléfono, que cada experimentador deberá adquirir según su preferencia, en alguna de las tiendas de aplicaciones (App Store) bien conocidas para iOS o Android. No se sugiere ninguna en particular, debido a que existe una muy extensa gama de ellas. La única especificación que debe cumplir la app es que sea capaz de generar sonidos de frecuencias que estén al menos entre los 200 Hz a 2000 Hz.

Esta estrategia se ubica en el programa del Colegio de Ciencias y Humanidades, en la asignatura de Física II, en la Unidad I. El propósito es que al finalizar, el alumno conozca una aplicación relativa a los fenómenos ondulatorios y comprenda que el sonido es una onda longitudinal, cuya velocidad depende del medio que lo transmite.

Desarrollo experimental

Para medir la velocidad del sonido, tradicionalmente se ha utilizado un sistema de dos vasos comunicantes que permite variar el nivel del agua dentro de un tubo resonador; sin embargo, este tipo de sistema es complicado de elaborar. Por tal motivo, aquí se recurre a un sistema más simple, pero igualmente eficiente, descrito por Stollberg (1980, p. 496). En esta estrategia se sugiere utilizar una probeta con una capacidad de un litro y un tubo de PVC de 0.42 m de largo por 1 pulgada de diámetro (ver imagen 1). El tubo se coloca dentro de la probeta y ésta se llena con agua, hasta cerca de su borde. De esta manera, al sacar el tubo del agua que contiene la probeta, o sumergirlo en ella, se puede hacer variar el espacio vacío en el tubo. Por último, se coloca el teléfono en el borde de éste para generar ahí la onda sonora requerida (ver imagen 2).

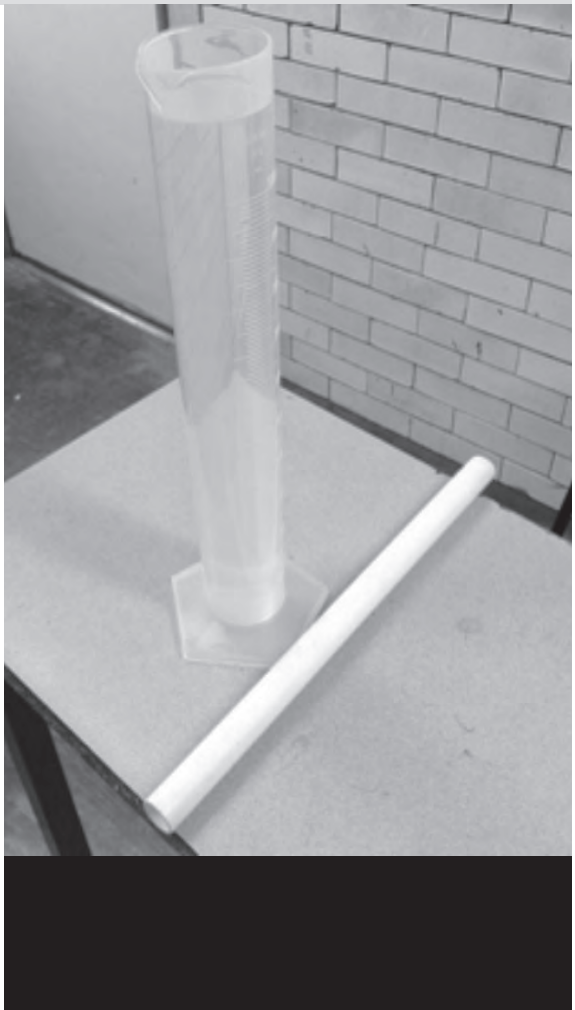


Imagen 1. Los materiales utilizados son una probeta de un litro y un tubo de PVC abierto por ambos extremos (foto tomada por el autor).

Cada vez que se genera selectivamente una frecuencia audible diferente con el teléfono, el tubo debe ser movido gradualmente de arriba hacia abajo hasta ubicar el *primer nodo de la onda*. Al localizar la posición de resonancia, hay que medir con un flexómetro la longitud del tubo que sobresale de la superficie del agua.

Imagen 2. Arreglo experimental, que consta del equipo y el teléfono que genera las frecuencias sonaras (foto tomada por el autor).

Las mediciones realizadas se van registrando en una tabla (ver tabla 1), donde f es la frecuencia y L es la longitud del tubo que sobresale del agua.

f (Hz)	L (m)

Tabla 1. Frecuencias generadas y distancias medidas al primer nodo de resonancia.

Ahora bien, como la longitud medida $L = \lambda/4$, entonces la longitud de onda es:

$$\lambda=4L$$

Finalmente, para obtener el valor de la velocidad de la onda sonara (v), se puede proceder de dos maneras diferentes a partir de los datos recabados. La primera, consiste en calcular un promedio a partir de las diversas velocidades calculadas con la ecuación:

$$v = \lambda f$$

La segunda, consiste en realizar un gráfico de λ vs $1/f$, del cual la pendiente de la mejor línea recta es la velocidad requerida.

Resultados de la muestra

Aquí se presentan una serie de datos obtenidos por el alumnado, durante la realización de esta estrategia en el segundo semestre del ciclo 2015-2016 (ver tabla 2):

f (Hz)	L (m)
1680	0.047
890	0.089
560	0.138
420	0.188
330	0.250
280	0.280
240	0.345

Tabla 2. Frecuencias generadas y respectivas distancias medidas por el alumnado.

Personalmente, prefiero que el alumnado calcule la velocidad de la onda a través de la pendiente, ya que ésta sigue la tendencia que tienen los puntos experimentales. Es por ello, que aquí se muestra dicho gráfico obtenido con los datos de la tabla 2 (ver gráfico 1). El valor calculado de la velocidad es de: 329.48 m/s.

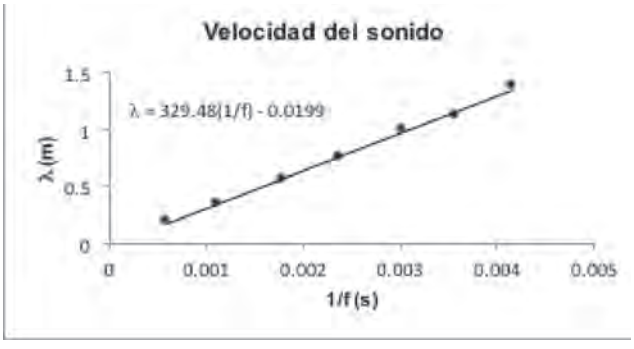


Gráfico 1. Aquí se muestra la mejor recta que representa la tendencia de los puntos. Se incluye la ecuación de la recta.

Se puede observar también, que los puntos experimentales están bien alineados a la mejor línea recta, salvo ligeras desviaciones de algunos de ellos. Para el alumnado que no esté familiarizado con el método de mínimos cuadrados se puede utilizar el método gráfico descrito por Riveros (2006, p. 107).

Finalmente, se sugiere que los profesores consideren los siguientes indicadores para la evaluación por equipo:

Actividad	**Excelente:** Cumple con todo.	**Bien:** Deficiencias	**Insuficiente:** No cumple con lo señalado	**Puntaje obtenido**
Implementa el Sistema	2p	1	0.5p	
Identifica el 1er nodo	2p	1	0.5	
Mide las longitudes	2p	1	0.5	
Completa la tabla 1	2p	1	0.5	
Gráfica y cálculo de pendiente	2p	1	0.5	
Total del puntaje:				

Conclusiones

El uso de una herramienta TIC ha permitido complementar la aplicación de conceptos físicos; además de facilitar la obtención de diversas frecuencias audibles. El alumnado se ve muy entusiasmado durante esta estrategia, ya que involucra su ambiente tecnológico con la Física. Por medio de esta combinación se le muestra que con sus propios recursos y algunos instrumentos simples, se puede explorar un sistema físico. En esta estrategia no se considera necesario que el alumnado deba hacer uso del método de mínimos cuadrados.

Referencias

Riveros H. y Rosas L. (2006). *El método científico aplicado a las Ciencias Experimentales*. México: Editorial Trillas.

Stollberg R. y Hill F. (1980). *Física, Fundamentos y Fronteras*. México: Editorial Publicaciones Cultural.

Tippens, P. (2011). *Física, Conceptos y aplicaciones*. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana.

Universidad Nacional Autónoma de México, Colegio de Ciencias y Humanidades. (2003), *Programa de Estudio de Física I a IV*.

Reorientando el USO DE las TIC EN QUíMICA

Recibido: 09/09/2016
Aprobado: 28/09/2016

Ángeles Adriana Reyes Álvarez
Isidro Enrique Zepeda Ortega

Resumen:
Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) cambiaron la forma de realizar las actividades de enseñanza y aprendizaje en los últimos años, no obstante, son las propias tecnologías y sus potencialidades las que obligan a reorientar su uso. Los autores sugieren en este texto reducir el uso de algunas TIC que durante años formaron parte de estrategias didácticas para la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales. Y proponen la implementación de nuevas herramientas tecnológicas que permitan transitar y evolucionar a una nueva etapa en la que el alumno por cuenta propia explora la ciencia.

Palabras clave: Tecnologías de la información y la comunicación, Ciencias Experimentales, enseñanza, estrategia, aprendizaje, Química.

Abstract:
The Information and communications Technologies (IT) have changed the way of performing the teaching and learning activities in recent years, however, it is the technologies and their potentialities which require reorienting its use. Authors suggest to discard the use of some TIC as part of teaching strategies for learning experimental sciences and propose the implementation of new IT´s to move and evolve to a new stage in which the student self-explores science.

Keyswords: *Information and Communication Technologies, experimental sciences, teaching, strategy, learning chemistry.*

Introducción

La importancia de las ciencias experimentales y el desarrollo de la competencia científica en nuestros estudiantes, no es un tema que está a debate dentro del Colegio de Ciencias y Humanidades. Existe un consenso general en torno a que el quehacer (o disciplina) científico es una de las principales actividades del mundo contemporáneo y qué la educación debe responder de la mejor forma posible a esta realidad. El modelo educativo del Colegio, el sentido y orientación del área de Ciencias Experimentales y los programas de las materias exhiben este enfoque científico que se persigue como parte del perfil de egreso del alumno (CAB, 2000; CCH, 2003; García, 2008).

Actualmente las discusiones se han centrado en cómo mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en las Ciencias Experimentales para que, por una parte, los alumnos puedan comprender el mundo altamente tecnológico en el que están viviendo y puedan ser activamente partícipes en él; y por el otro, ofrecer herramientas fundamentales para los que deseen realizar actividades científicas en su futuro (López, 2004).

En este texto se proponen el uso de las TIC como herramientas de apoyo en las estrategias de aprendizajes, poniendo énfasis en el mundo tecnológico y la participación del alumno en él. Los estudiantes necesitan oportunidades para explorar el significado que tiene la ciencia y la tecnología en sus vidas, así como la relación que existe entre la ciencia y el desarrollo tecnológico que el país requiere.

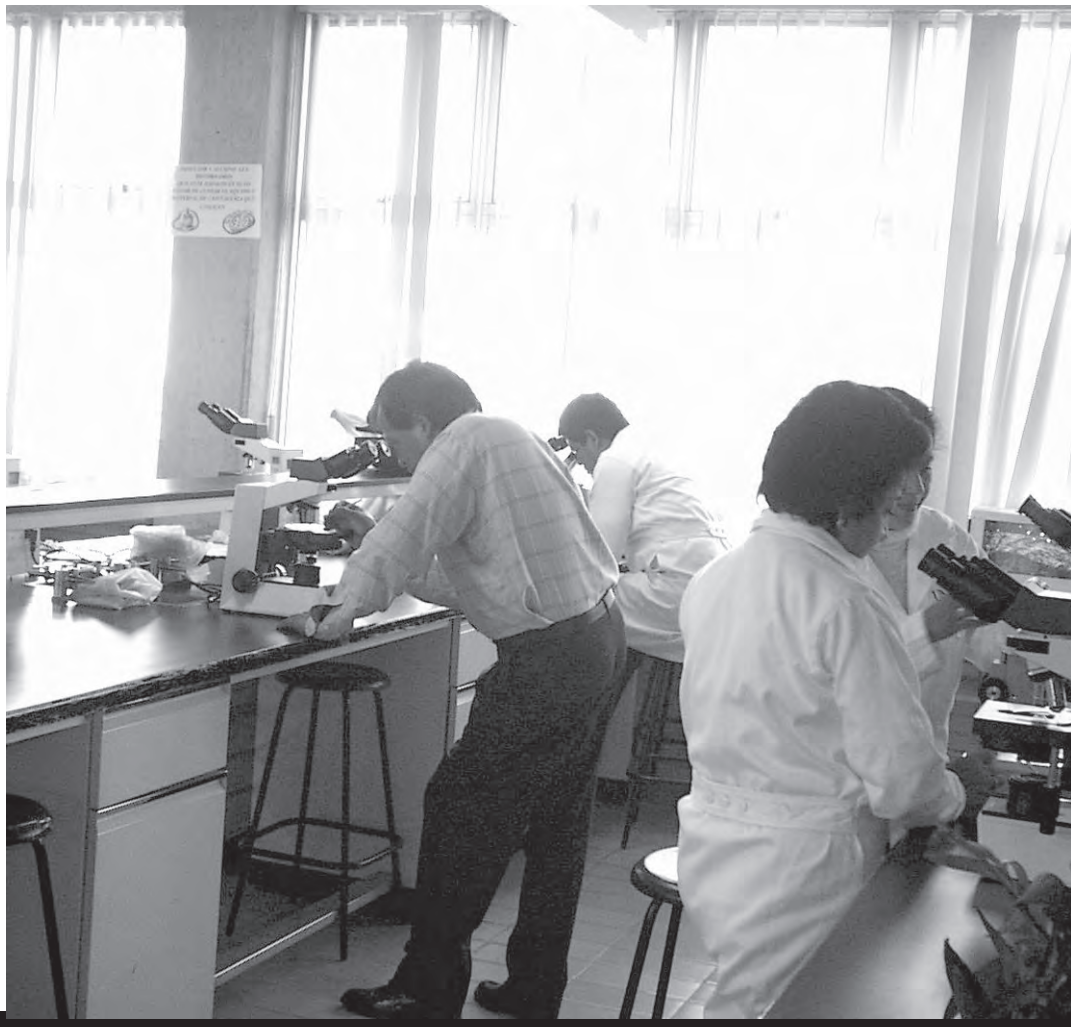
Académicos e investigadores (López García, 2004) han formulado recomendaciones para centralizar los esfuerzos en la enseñanza de las ciencias experimentales, entre las que se encuentran:

- La enseñanza de la ciencia debe incluir la posibilidad para el alumno de comprender preguntar, reflexionar, autocriticar y descubrir más no en limitarse simplemente a cubrir un material de estudio.
- La indagación científica implica desarrollar habilidades de investigación como inspección, observación, organización de datos, explicación, reflexión y acción.
- La ciencia experimental ayuda a desarrollar el pensamiento crítico y genera la habilidad para resolver problemas, además genera actitudes que promueven la curiosidad intelectual, la actividad crítica y la capacidad de reaprender al modificar nuestros conceptos al originarse nuevas interpretaciones.
- Los estudiantes necesitan discutir temas que se refieran a la aplicación de la ciencia y la tecnología.

Particularmente nos parece relevante resaltar en este texto que el aprovechamiento de las TIC en la enseñanza de la ciencia experimental debe centralizarse en identificar la forma en que estas herramientas faciliten y aceleren la recopilación, manipulación, análisis de datos y variables para explicar los fenómenos, modelos o hechos que en otros tiempos y bajo otras condiciones tecnológicas era imposible determinar, explicar y comprobar.

El papel de las TIC

Las estrategias de enseñanza y aprendizajes con y sin TIC tienen como propósito que el alumno logre inducir y apropiarse de métodos y procedimientos que permitan el desarrollo del trabajo individual y en equipo con la finalidad de analizar, seleccionar, sintetizar, inducir, deducir, y discriminar la información para crear y recrearla, apropiándosela ya sea de manera documental, oral o experimental, e incluso, para elaborar y reelaborar las propias estrategia de aprendizaje.



Con la creación de ambientes de aprendizaje enriquecidos con TIC se busca lograr que los estudiantes alcancen mejores aprendizajes en diversas áreas, mejor comprensión de conceptos y desarrollo de capacidades intelectuales. Sin embargo, surge el cuestionamiento ¿El uso de TIC ayudara a tener alumnos críticos y reflexivos?, ¿es posible perder el objetivo educativo por el empleo de éstas? (Jonassen, 2008). Para no perdernos en el camino debemos rescatar el planteamiento realizado por Thomas Reeves citado por Jonassen quién plantea las diferencias entre aprender "de" y aprender "con" las TIC.

Aprender "de" los computadores resulta en una instrucción dirigida, aquí las TIC funcionan esencialmente como tutores. En esos casos las TIC apoyan el objetivo de incrementar los conocimientos y las habilidades básicas de los estudiantes y remplazan muchas de las funciones del maestro ubicándolo en un lugar secundario (Jonassen, 2008).

En cambio, cuando los alumnos están aprendiendo "con" las TIC, éstas "asumen el papel de herramientas poderosas que pueden potenciar al máximo la construcción de conocimientos por parte del estudiante y usarse para alcanzar una variedad de objetivos dentro del proceso de aprendizaje", aquí, el docente puede concentrarse en una de sus tareas principales: "diseñar experiencias de aprendizaje en las que los estudiantes desempeñen un rol activo", utilizando las TIC como herramientas para resolver problemas, tomar decisiones, diseñar o crear (Jonassen, 2008).

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2013

TIC alterando el papel educativo de las TIC

Con el desarrollo y uso de las TIC ha sido posible generar ambientes colaborativos, los cuales mediante diferentes soportes tecnológicos permiten a los usuarios compartirse trabajos, comentarlos y evaluarlos generando crítica y realimentación. Esto último puede ser sumamente útil dentro del proceso de formación de alumnos reflexivos y críticos. Sin embargo, la proliferación de las herramientas de la web 2.0 combinadas con las carencias de responsabilidad, que tanto docentes como alumnos pueden tener, han llevado al establecimiento de repositorios que no albergan contenidos, sino actividades completadas, resultados y evidencias de aprendizajes.

Los repositorios de actividades completadas, resultados y evidencias de aprendizajes como son: resúmenes, cuestionarios, ensayos e incluso análisis y proyectos son hoy tan abundantes que en ocasiones resulta muy laborioso encontrar el mismo recurso en dos ocasiones distintas.

Por ejemplo, si tratamos de localizar resúmenes con las definiciones de materia, compuesto, mezcla, reacción química etcétera, en el motor de búsqueda más usado por los alumnos (google), podremos encontrar más de mil documentos

para ser descargados; pueden estar agrupados en colecciones por nivel educativo: secundaria, bachillerato, licenciatura etcétera, disponibles en distintos formatos y provenientes presumiblemente de diferentes países e incluso en diferentes idiomas. Esto hace que la elaboración de investigaciones y su entrega en documentos en formato de procesador de textos (word) pierda sentido como actividad constructora de aprendizajes y disminuye su validez como una evidencia e instrumento de aprendizaje de los alumnos.

De manera similar cuando buscamos láminas (*slide*s) o presentaciones de PowerPoint sobre la unidad temática del "Agua, compuesto indispensable", logramos encontrar en un par de segundos más de mil presentaciones distintas, que pueden incluir desde dos o cinco láminas pobremente elaboradas, hasta complejas presentaciones de mayor extensión que integran diagramas, animaciones, videos y audios explicativos con formatos interactivos e hipertexto. Esto no sólo ahorra tiempo sino que evita que los alumnos realicen un trabajo real de investigación, identificación de ideas principales, síntesis y elaboración de láminas, con lo que las láminas pierden su valor dentro de la estrategia didáctica planeada por el docente.

Si bien, es cierto que desde hace algunos años, se emitía una alerta acerca del uso indiscriminado del llamado *copy-paste*; actualmente está función ha sido completamente superada por los alumnos y sustituida por el camino corto de las sociedades 2.0, en las que sólo es necesario escribir el nombre de la actividad requerida, el tema y las características deseadas para encontrarlo, por lo tanto la siguiente labor sencilla y obligada es descargarlo en la computadora para colocar el nombre del alumno en la portada del documento o en la primera diapositiva y enviárselo al docente mediante correo electrónico, *Facebook* o *Dropbox*. Por ello, esta secuencia de actividades, que se puede observar en muchas planeaciones y que puede presumirse de incluir las TIC, facilita el trabajo docente y el trabajo de los alumnos pero se aleja del objetivo de convertirse en una actividad de construcción significativa del aprendizaje y poco contribuye como evidencia o instrumento de evaluación del logro de los alumnos.

Las desgastadas diapositivas (*slides*)

Hace más de una década la dispositiva electrónica del programa de presentación se constituyó como el primer acercamiento de la educación a las TIC por parte de docentes y alumnos.

Al respecto hoy día existe un debate muy amplio sobre el uso educativo de las diapositivas. Diversos docentes e investigadores (Mesía, 2014) han realizado trabajos sobre el efecto positivo del empleo de las diapositivas dentro del aula, e incluso han establecido recomendaciones sobre la mejor manera de presentarlas, y obtener resultados más efectivos.

En un texto muy importante, Nancy Duarte (2008) no sólo hace recomendaciones, sino que incluso establece límites al

número de palabras dentro de una diapositiva precisando que de lo contrario, éstas se convierten en documento. Este argumento es apoyado por Reynolds (2011) quien advierte que las transparencias son transparencias y los documentos son documentos: mezclar ambos (en lo que denomina *slidu*ments) es uno de los factores determinantes del fracaso de las diapositivas.

En algunos casos los docentes consideran que una diapositiva con algunas "ideas" no brinda a los alumnos la información requerida y han caído en el error, indicado por estos autores (Duarte, 2008; Mesía, 2014), de poner tanta información que convierten sus transparencias en apuntes. Incluso algunos docentes elaboran apuntes empleando *slides*, con esta acción lo que se consiguen son malos apuntes y transparencias inefectivas.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2013

En otros estudios, se demostró que ciertos grupos de alumnos rechazaban el uso de diapositivas para la clase, particularmente, los alumnos de ciencias no las aceptaban. Desde su apreciación, estos elementos no les ayudaban en la compresión y asimilación de la información. Por otra parte los alumnos de humanidades las señalaban como muy atractivas y útiles para su labor de estudio (Uz, 2010). Resulta importante mencionar el estudio de Felder y Brent sobre la apreciación que tienen los alumnos acerca del uso de diapositivas en clase, en el que se describe que ésta es negativa en las clases de Química (2005).

La principal crítica que reciben las transparencias es que no están pensadas para transmitir información, sino para convencer (López, 2014), es decir, fueron diseñadas para dar conferencias y no para dar clases.

La pregunta es si los docentes debemos de regresar a nuestros objetivos y nuestra razón de ser, ¿impartimos una clase o dictamos una conferencia? El objetivo de una conferencia, aun científica, es convencer a un grupo de expertos de una particularidad en un tema muy específico. Por el contrario, en una clase los docentes debemos guiar a un grupo de alumnos no expertos hacia la apropiación intelectual de temas muy diversos en donde además, queremos que incorporen experiencias de aprendizaje a su vida y no tanto convencerles de que nuestra posición respecto al tema es la mejor.

Una conferencia generalmente consiste en una sola sesión bastante ordenada con un actor principal al centro, sin interrupciones y con preguntas al final. En muy pocas ocasiones se resuelven ejercicios o se discute durante la presentación; tampoco se hace referencia a temas explicados previamente. La orientación de las clases de Ciencias Experimentales no consiste en que el profesor sea el centro de atención, sino que el alumno se concentre en el fenómeno, en los cuestionamientos que le surgen y en la forma en la que deberá de investigar o demostrar las relaciones entre las posibles causas de los fenómenos; más aún, el alumno deberá ser capaz de reinterpretar su realidad y extrapolar la nueva solución aprendida hacia problemas su vida.

Particularmente el trabajo dentro del aula y laboratorio de las ciencias experimentales tiene características peculiares tanto en su duración como en su dinámica; se busca asimilar los conocimientos y profundizar en las ideas o comprobar las existentes.

Ante esta realidad los autores de este texto no recomendamos el empleo de presentaciones o *slide*s como parte de una implementación de TIC en el aula o laboratorio de las ciencias experimentales. Con lo que apoyamos más la postura establecida por Edward R. Tufte (2006) respecto al riesgo del uso de éstas en las ciencias experimentales.

Estamos convencidos de que en el aula el papel de las TIC debe reorientarse para desarrollar nuevas habilidades en los alumnos que les permitan acercarse de manera eficiente y eficaz a la comprensión y extrapolación de los fenómenos naturales y a la apropiación individual y grupal del quehacer y de la cultura científica.

TIC en Química

Invitamos a los docentes a trabajar con otras aplicaciones, generar nuevos ambientes de aprendizajes que permitan que los alumnos incluso experimenten fuera del laboratorio. A continuación sugerimos algunas herramientas de las TIC que pueden ser integradas en estrategias didácticas para la materia de Química.

ACD Labs desarrolló Chem Sketch un programa que está disponible en internet y de descarga es gratuita. Se puede emplear para construir ecuaciones químicas, modelos de estructuras moleculares y diagramas de laboratorio. Se puede interactuar visualmente con iones, grupos funcionales, moléculas complejas (ACD, 2016).

El *software Chem Sketch* incluye modelos de aminoácidos, compuestos aromáticos, carbohidratos y otras biomoléculas. Además, fue diseñado para el aprendizaje de alumnos de nivel bachillerato, licenciatura e incluso posgrado, pues se presenta en diferentes versiones.

Otro programa alternativo es *RasMol* consiste en la representación gráfica de moléculas: proteínas, ácidos etcétera, así como estructura del ADN y cristales. El programa permite a los alumnos interactuar con las estructuras, visualizarlas más de cerca, rotarlas o aplicar animaciones sobre su comportamiento. Es una buena herramienta de apoyo para abordar las propiedades del agua y su comportamiento molecular ante las variaciones de temperatura (Bernstein, 2000).

El programa laboratorio virtual desarrollado por la Universidad Carnegie Mellon puede trabajarse en línea o descargarse e instalarse en la computadora. Los laboratorios virtuales permiten que el alumno recree previamente la actividad experimental que será estudiada en el laboratorio. Además, permite a los alumnos inspeccionar previamente el trabajo con sustancias peligrosas sin correr el riesgo común que representan dichas sustancias. El uso de este tipo de software no debe interpretarse como una sustitución del trabajo de laboratorio, sino como una herramienta de trabajo previo, de reforzamiento o ampliación que el alumno

requiere fuera de las instalaciones escolares y en el que ya no está disponible la supervisión del docente en la mayoría de las ocasiones (Chemcollective, 2016).

Las herramientas de simulación tienen muchas ventajas y pueden proveer al alumno la oportunidad de incrementar la experimentación: cómo funciona un fenómeno, qué lo afecta y cómo éste influye en otros fenómenos; además, de los efectos que tienen sobre él, los cambios que se realicen en una o más de sus variables, por lo que los autores recomiendan el empleo de los laboratorios virtuales para ampliar el trabajo fuera del laboratorio físico.

Otro programa de simulación de un laboratorio de química es *Model chemLab* el cual permite visualizar equipos y procedimientos comunes para simular los pasos necesarios que se efectúan en experimentos de laboratorio. Este programa está disponible en español (en la página http://www.modelscience.com/cl20_evl_sp.exe) en una versión para Windows.

Otras ventajas del uso de laboratorios virtuales es que en muchas versiones permiten trasladar los valores resultantes de las prácticas a archivos de Excel facilitando su manipulación y organización, lo que reduce el tiempo de las tediosas capturas de datos y posibilita que el alumno concentre su mente en los fenómenos y su entendimiento.

En el caso de los dispositivos Android, como los celulares que por lo general poseen los alumnos, se sugiere implementar estrategias para hacer que los teléfonos inteligentes dejen de constituir un enemigo de la clase e integrarlos al quehacer docente, *Chemistry Lab Suite y NDKmol* son laboratorios virtuales gratuitos para Android que permiten un manejo de proteínas, péptidos, aminoácidos entre otros. Aunque el recurso se encuentra en inglés, la interfaz es muy amigable e incluso permite a los alumnos ampliar su vocabulario en dicha lengua que forma parte del Plan de Estudios del colegio con lo que se podrían establecer estrategias transversales.

La lista de herramientas puede resultar demasiado larga para este documento, por lo que se sugiere que el docente inicie la aventura de explorar estos u otros softwares para brindar a los alumnos nuevos elementos para su apropiación intelectual.

Conclusiones

Consideramos que algunas herramientas de las TIC se encuentran en un proceso de desgaste avanzado y su uso dentro del aula o como parte de estrategias de enseñanza aprendizaje debe ser replanteado, en este caso consideramos importante mencionar el uso de *Word y PowerPoint.*

En términos de TIC de habilidades genéricas, se deben intentar nuevos acercamientos considerando los programas que dan soporte a estrategias didácticas colaborativas como la producción de audio digital (*podcast*), la publicación de blogs, la participación en *wikis*, la organización de información en infografías, la construcción de líneas del tiempo interactivas y mapas mentales, entre otros.

En el caso particular de la Química, existen muchas tecnologías que, sin entrar en los terrenos de la conexión y configuración de sensores electrónicos en nuestros laboratorios, permiten a los alumnos un acercamiento más ágil, visual e interactivo de la realidad, lo que puede perfeccionar el trabajo en el laboratorio. Esto último, en muchas ocasiones permite a los alumnos concentrar sus esfuerzos, no en preparar los instrumentales de laboratorio sino en hacer crecer su curiosidad intelectual e imaginar las innovaciones que la ciencia y el desarrollo tecnológico requieren.

Referencias

ACD (2016). *ACD/ChemSketch for Academic and Personal Use*. Recuperado de http://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/

CAB (2000). *Perfil de egreso del Alumno del bachillerato del Colegio. Plan de Estudios Actualizados del Colegio de Ciencias y Humanidades*. México: UNAM, CCH.

Bernstein, H. (2000). *Home Page for RasMol and OpenRasMol.* Recuperado de http://www.openrasmol.org/

CCH (2003). *Programas de estudio de Química I a IV, Colegio de Ciencias y Humanidades*. México: UNAM, CCH.

CCH (2005). *Sentido y Orientación del Área de Matemáticas, Colegio de Ciencias y Humanidades.*México: UNAM, CCH.

Chemcollective (2016) *Online Resources for Teaching and Learning Chemistry.* Recuperado de http://chemcollective.org/

Duarte, N. (Agosto de 2008). Slide:ology: The art and science of creating great presentations. *O'Really Media.* Agosto de 2008.

Felder, M., y Brent, R. (2005). Death by PowerPoint. *Chemical Engineering Education, 39*(1), 28-47.

Jonassen, D. (2008). *Aprender de los Computadores Vs Aprender con los Computadores*. Recuperado de http://eduteka.icesi.edu.co/modulos/8/249/899/1

López Garcia, J. C. (2004). *La Integración de las TIC en Ciencias Naturales*. Recuperado de http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/Editorial19

López, D. (2014). Reflexiones sobre el uso de transparencias en clase. *ReVisión*, *7*(3).

Mesía, R. (2014). El empleo didáctico de las diapositivas en Powerpoint. *Investigación Educativa*, *14*(26), 161-171.

Reynolds, G. (2011). *Presentation zen. Simple ideas on presentation design and delivery.* USA: New Riders.

Tufte, E. (2006). *The Cognitive Style of PowerPoint: Pitching Out Corrupts Within*. Cheshire, CT: Graphics Press LLC.

Uz, O. (2010). *Prospective teacher's opinion on the value of PowerPoint presentations in lecturing. Procedia Social and Behavioral Sciences*, *2*(2), 2051-2059.

DESARROLLO de HABILIDADES de pensamiento CIENTíFICO CON los elementos químicos

Recibido: 02/09/2016
Aprobado:29/09/2016

Ana María Hernández Sanabria
María del Rosario Olguín González
Adolfo Eduardo Obaya Valdivia

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 201

Resumen:
El presente trabajo muestra el diseño y aplicación de una estrategia didáctica que promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento científico y crítico, la cual pretende que el alumno se involucre en el uso de los procederes de la ciencia, así como en la argumentación y la comunicación reflexiva, mediante la temática de propiedades periódicas.

Palabras clave: pensamiento científico, pensamiento crítico, propiedades periódicas.

Abstract:
This paper presents the design and implementation of a teaching strategy that promotes the development of skills of scientific and critical thinking, which aims students to be involved in the use of the proceedings of science, argument and reflective communication, through the issue of periodic properties.

Keywords: *scientific thinking, critical thinking, periodic properties.*

Introducción

Uno de los pilares del modelo educativo de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, es el "Aprender a Aprender" y aquí cabe el "Aprender a pensar" mediante actividades en el aula que promuevan el desarrollo de habilidades como argumentar y analizar información mediante un razonamiento lógico, con el fin de favorecer el desarrollo del pensamiento crítico, además de fomentar la autonomía en los jóvenes estudiantes.

De acuerdo a Olivares y Heredia (2012) la educación posmoderna requiere una serie de transformaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje, con técnicas didácticas que permitan a los jóvenes estudiantes desarrollar competencias que les ayuden a tomar decisiones adecuadas sobre qué aprender y qué aplicar a lo largo de su vida personal y profesional.

Por esto, la enseñanza de las propiedades periódicas de los elementos –en particular para este trabajo el radio atómico, la energía de ionización y la electronegatividad– se convierten en una importante oportunidad para conquistar la motivación de los estudiantes frente al estudio de la química, ya que la tabla periódica es un instrumento versátil, que permite implementar diferentes estrategias y metodologías que faciliten su aprendizaje.

La OCDE define la cultura científica como el desarrollo de la comprensión general de conceptos importantes y al mismo tiempo del desarrollo de estructuras explicativas de la ciencia, de los métodos por los cuales la ciencia deriva evidencias para soportar afirmaciones y de sus fortalezas y debilidades en el mundo real. En este sentido, la OCDE, da mayor prioridad al uso del conocimiento científico para sacar conclusiones de las observaciones que para recoger evidencia por sí mismo. La habilidad para relacionar las observaciones con las afirmaciones y conclusiones es lo que los ciudadanos necesitan para hacer juicios sobre aspectos de su vida que son influidos por la ciencia. Pero lo más importante es que un individuo necesita relacionar la evidencia con las conclusiones basadas en ella y usar esta evidencia a favor o en contra de acciones que afecten positivamente o negativamente su vida personal, social y global.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I. 2013

En este sentido, las habilidades de pensamiento científico se vuelven fundamentales para el quehacer docente, ya que estas favorecen: a) planteamiento de problemas, b) observación, c) establecimiento de hipótesis, d) búsqueda de regularidades (tendencias o patrones de comportamiento), e) inferencias, f) interpretación y análisis de resultados, g) establecimiento de generalidades, leyes, etcétera. Es importante señalar que las habilidades de pensamiento científico no obedecen una metodología o una secuencia de pasos definidos que los alumnos deban desarrollar, como en el caso del método científico. Al contrario, cualquiera de estas habilidades puede ser abordada de forma independiente a las restantes y en situaciones integradas o no, más bien dependerán del contenido disciplinario.

Metodología

Se diseño una estrategia para revisar el tema de propiedades periódicas, basada en el desarrollo de habilidades científicas y en la evaluación formativa, empleando los modelos propuestos por Díaz Barriga (2013) y Obaya (2007).

Para lo anterior, se realizó un estudio exploratorio de la estrategia didáctica con un grupo de 24 alumnos (54% mujeres y 46% hombres) de 17 años de edad en promedio, pertenecientes al quinto semestre del curso de Química III, de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Todos ellos son estudiantes y cursan por primera vez la asignatura de Química III.

Esta estrategia didáctica dividida en tres fases, está basada en el desarrollo de habilidades científicas teniendo como temática las propiedades periódicas de los elementos químicos. En la primera parte del trabajo se les plantea a los alumnos el siguiente problema: ¿Cómo explicas que un avión NO esté fabricado de hierro o de potasio a partir de la información que proporciona la tabla periódica?; ante este planteamiento se realiza una discusión grupal y se establece que se tiene que dar respuesta en forma argumentada científicamente y tomando como base las propiedades de la tabla periódica.

Posteriormente, a partir de una pequeña lectura de la tabla periódica, los alumnos elaboraron algunos planteamientos respecto a: el estado de agregación que tiene la mayoría de los elementos, identificaron las fases en que se encuentran los elementos condiciones ambientales, etcétera, con la finalidad de que a partir de la observación, establecieran patrones de comportamiento de la tabla periódica. Como complemento se les solicita ver el video de tabla periódica de la colección del "mundo de la química", con ayuda de un instrumento guía, además de investigar en qué consisten las propiedades periódicas.

En una segunda fase se realizó una discusión grupal con la intención de aclarar el significado de las propiedades periódicas, y después a partir de diferentes ejercicios encontrar las tendencias de las propiedades periódicas: radio atómico, electronegatividad y energía de ionización. Para continuar con la secuencia se les solicitó a los alumnos que investigarán propiedades físicas macroscópicas y comportamiento químico de metales y no metales como la conductividad eléctrica, puntos de fusión y ebullición, estados de agregación, solubilidad, etcétera.

En una tercera fase se realizó una discusión grupal sobre las propiedades químicas de los metales (estabilidad-reactividad) y posteriormente realizaron una actividad experimental para establecer el orden de reactividad de algunos metales (sodio, potasio, hierro, cobre y aluminio) y comprendieran la relación entre la actividad metálica con la electronegatividad, el radio atómico y la energía de ionización.

Con esta información se volvió al planteamiento inicial del problema: ¿Cómo explicas que un avión NO esté fabricado de hierro o de potasio a partir de la información que proporciona la tabla periódica?; para contestar se les solicitó que realizarán una discusión por equipos en la cual tuvieron que argumentar y dialogar con sus compañeros en una mesa de debate moderada por el profesor, ello con el objetivo de escuchar sus ideas y poner en práctica la comunicación reflexiva.

Por último, se realizó una evaluación formativa con la intención de evaluar el progreso y los conocimientos del alumno, la cual consistió en un instrumento de 3 preguntas abiertas de respuesta breve, en la que el alumno de manera sencilla y clara tuvo que argumentar el uso de algunos metales utilizados en la construcción y otros en joyería, justificando a partir de las propiedades periódicas.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2013

Resultados

Los alumnos realizaron planteamientos como: el estado de agregación que tiene la mayoría de los elementos, identificaron los elementos que son gases en condiciones ambientales, los que son líquidos, entre otros, con la finalidad de –a partir de la observación y con ayuda de la tabla periódica– identificar: símbolo, grupo, familia, numero atómico, periodos, etcétera, de algunos elementos químicos.

Encontraron las tendencias de las propiedades periódicas: radio atómico, electronegatividad y energía de ionización. Para el radio iónico observaron la variación de los radios en los elementos de un grupo *vs Z* y en los elementos de un período *vs Z* y en cada caso identificaron la tendencia de variación. Para la electronegatividad también observaron los valores en una tabla periódica, en donde identificaron las tendencias de variación en grupos y en períodos *vs Z* y las señalaron con flechas; indicaron los elementos más y menos electronegativos y lo relacionaron con la actividad metálica. Analizaron los valores de energía de ionización para elementos de distinto grupos y se les solicitó que argumentaran porque eran tan diferentes en un mismo grupo, además de que establecieran la tendencia y una generalización de los datos para los metales y no metales, con el fin de que indiquen que los primeros tienden a tener una energía de ionización baja comparada con los segundos.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

De acuerdo a la evaluación formativa, los alumnos lograron reconocer la tabla periódica como un instrumento que proporciona información sobre los elementos químicos para considerar o no aplicaciones de ellos en la vida cotidiana y según el instrumento de salida el 92% de los alumnos lograron identificar al elemento más electronegativo de la tabla periódica, mientras que el 85% de los alumnos lograron identificar las tendencias de variación de propiedades periódicas como: el radio atómico, electronegatividad y energía de ionización.

Se observa que hay mayor dificultad en la conceptualización de la energía de ionización. Los alumnos lograron establecer y reconocer la escala de reactividad de metales. El 90% de los alumnos comprendieron la relación entre las propiedades periódicas y la reactividad metálica, el 80% la relación entre las propiedades periódicas con el uso de algunos metales en la vida cotidiana.

Conclusiones

Es muy satisfactorio señalar que la aplicación de la estrategia permitió a los alumnos manejar conceptos que tradicionalmente se les dificultan y los relacionarán con su vida cotidiana.

La aplicación de la estrategia de los ejercicios de la tabla periódica y el de identificación de tendencias periódicas para encontrar relaciones de comportamiento permite desarrollo de habilidades de pensamiento.

Es importante realizar ejercicios de reforzamiento para aumentar el porcentaje de alumnos que logren la comprensión en la energía de ionización. Así mismo, es necesario aplicar ejercicios de autoevaluación en los que los alumnos reconozcan sus avances y se hagan conscientes de sus carencias y aciertos en el aprendizaje.

Referencias

Brown, T., *et al.* (2009). *Química la ciencia central.* México: Pearson.

Chang, R. (1999). *Química.* México: McGraw Hill.

Díaz-Barriga, A. (2013). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica, Comunidad de Conocimiento* UNAM. Recuperado de http://www.setse.org.mx/ReformaEducativa/Rumbo%20a%20la%20Primera%20Evaluaci%C3%B3n/Factores%20de%20Evaluaci%C3%B3n/Pr%C3%A1ctica%20Profesional/Gu%C3%ADa-secuencias-didacticas_Angel%20D%C3%ADaz.pdf

Dingrando, L., *et al.* (2002). *Química, materia y cambio.* Colombia: Mc Graw Hill.

Kotz J., *et al.* (2008). *Química y reactividad química.* México: Thomson.

Lewis, M., y Waller, G. (1995). *Química Razonada.* México: Trillas.

Mosqueira R. (1996). *Química. Conceptos y Problemas.* México: LIMUSA.

Obaya, A., y Ponce, R. (2007). La secuencia didáctica como herramienta del proceso enseñanza aprendizaje en el área de Químico Biológicas. *Contactos, 63*, 19-25

Olivares, S., y Heredia Y. (2012). Desarrollo del pensamiento crítico en ambientes de aprendizaje basado en problemas en estudiantes de educación superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, *27*(54), 759-778.

Parra, I. (2013). *Desarrollo de habilidades del pensamiento crítico y su incidencia en la fluidez verbal en los estudiantes de la Facultad de Filosofía de la Universidad de Guayaquil, propuesta: guía de estrategias* (Tesis de maestría). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2035/1/TESIS%20MAESTRIA%20DEFINITIVA%20ULTIMA.pdf

Proyecto PISA. (2000). *La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos: un nuevo marco de evaluación / OCDE. — Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, INCE.* Recuperado de: https://www.oecd.org/edu/school/programmeforinternationalstudentassessmentpisa/33694020.pdf

EL **RELATO** como **estrategia** para la ENSEÑANZA **DE los NIVELES DE organización** en SISTEMAS **VIVOS**

Recibido: 02/09/2016
Aprobado: 28/09/2016

Luz Angélica Hernández Carbajal
Celso Miguel Luna Román

Resumen:
La presente propuesta didáctica pretende hacer uso del relato de una experiencia real y significativa como parte de una secuencia didáctica. El relato es un recurso didáctico-pedagógico que permite poner en contexto a los estudiantes sobre la temática de niveles de organización biológica. Se analizaron dos muestras independientes con la finalidad de encontrar diferencias significativas entre estudiantes que participaron de la lectura en voz alta por parte del docente y aquellos estudiantes que la realizaron en solitario. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre dichas muestras (t=1.24; p=0.219), sin embargo los estudiantes manifiestan actitudes positivas respecto a la lectura en términos de su utilidad para la comprensión de los niveles de organización biológica.

Palabras clave: relato, niveles de organización biológica, propiedades emergentes.

Abstract:
This didactic proposal seeks to use the storytelling of a real and meaningful experience as part of a teaching sequence. The storytelling is a didactic teaching resource that provides context for students on the subject of levels of biological organization. Two independent samples were analized to find significant differences between students who participated in the reading aloud by the teacher and the students who performed alone. The results show no significant differences between the samples (t=1.24; p=0.219), however students demonstrate positive attitudes towards reading in terms of its usefulness for understanding levels of biological organization.

Keywords: *storytelling, levels of biological organization, emergent properties.*

Introducción

Tal como plantea Sanmartí (1997), aún estamos lejos de conseguir que nuestros estudiantes comprendan cómo se han ido explicando los fenómenos de la naturaleza a través de la historia de la ciencia y, en consecuencia, disfruten planteándose nuevas preguntas. Esta reflexión tiene que ver con la forma en la que enseñamos ciencias y cómo las concebimos; al respecto Willingale-Theune y otros (2009) distinguen algunos aspectos desalentadores de nuestra labor docente, por ejemplo, la falta de variedad en la enseñanza, que genera que el proceso de aprendizaje en nuestros estudiantes sea menos atractivo, así como la manera en la que enseñamos ciencias, ya que es dependiente de la mera transmisión de hechos, de ahí que nuestra profesión docente sea una actividad de las más conservadoras. No hemos sido capaces de reflejar en nuestras clases la naturaleza de la ciencia como un proceso de indagación. Por lo que tendemos a reproducir con nuestros estudiantes los modelos del sistema de enseñanza con los que aprendimos, aunque el contexto social y el tipo de alumnos sea muy distinto con el pasar de los años (Sanmartí, 1997).

Comprender los contenidos científicos representa un desafío para el proceso de enseñanza-aprendizaje, se requiere que los estudiantes usen activamente lo que han aprendido. Desde la didáctica de las ciencias se plantea favorecer la comprensión de los modelos científicos y dar sentido con ellos a los hechos del mundo, por lo que la presentación de los contenidos bajo la forma de relatos incorporados en una estrategia didáctica en la enseñanza de las ciencias es una herramienta poderosa de comunicación con nuestros estudiantes (Revel *et al.*, 2013). Algunos autores, como Revel, plantean que los relatos han sido el vehículo por excelencia para compartir información y además, la capacidad de contar historias es un rasgo distintivo de la especie humana. La incorporación de este recurso de alguna manera obliga al docente a convertirse en un contador de historias a diferencia de cuando elegimos exponer conceptos y teorías propias de la biología de forma fragmentada y descontextualizada. Elaborar textos narrativos de la experiencia propia como docentes e investigadores, permite rescatar y hacer uso del conocimiento pedagógico del contenido[1], es

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Centro de Ciencias y Humanidades, S.C.H., 2013

1 Desde la práctica y la investigación educativa, se ha documentado en los docentes el "Conocimiento Pedagógico del Contenido" (CPC), este concepto lo define Shulman (1987, p. 9) como el "conocimiento que va más allá del tema de la materia per se y que llega a la dimensión del conocimiento del tema de la materia para la enseñanza"; en otras palabras, el CPC es la forma en que los docentes relacionan sus conocimientos pedagógicos con el de la materia.

decir, el docente transforma su saber sobre los contenidos en algo diferente que tiene aplicación práctica en la enseñanza (McEwan y Egan, 1995). La labor del docente al transformar los contenidos en relatos, que además son leídos en el aula en voz alta, implica una actividad compleja, que tiene un gran efecto, ya que a diferencia de otros géneros discursivos "provoca un alto poder de atracción sobre la imaginación, de tal manera que mejora la memoria y el interés" (Revel *et al.*, 2013, p. 29). El texto narrativo como organizador de la experiencia, es un instrumento de interpretación desde el que contemplamos el mundo que nos rodea. Este recurso nos permite explicar los hechos científicos de una forma diferente. En cuanto a los resultados de los aprendizajes, autores como Santos e Infante (2009), han encontrado variaciones significativas en el aprendizaje de un mismo contenido, por ejemplo, cuando el docente aborda los contenidos de forma descriptiva a cuando utiliza un discurso narrativo. Comprender un relato, implica captar la secuencia de sucesos, sus componentes y la relación de éstos con aquella.

Marco teórico

Por lo anterior, con el propósito de mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Biología y considerando la actualización de los programas de Biología I y II del CCH, la presente propuesta de secuencia didáctica se enmarca en el logro de los siguientes aprendizajes: que el estudiante distinga las características generales de los sistemas biológicos, así como sus niveles de organización. Estos aprendizajes conforman parte de la asignatura de Biología I, específicamente de la Unidad I ¿Por qué la biología es una ciencia y cuál es su objeto de estudio?

Hablar de niveles de organización implica el reconocimiento de que:

> Los seres vivos son entidades complejas cuyos componentes interactúan entre sí de manera dinámica, comportándose como una unidad y no como un agregado de elementos, lo que lleva al aprendizaje de la Biología con una visión integral de la vida. Esto se propiciará al enseñar a los alumnos a visualizar de manera sistémica al mundo vivo, por medio del conocimiento de que los sistemas biológicos poseen propiedades emergentes que comparten entre sí y que permiten unificar sus numerosas propiedades en principios que los caracterizan. (PEA, 2016, p. 8)

Representación jerárquica de los niveles de organización biológica. Autores: Celso Miguel Luna Román y Luz Angélica Hernández Carbajal.

Desde una perspectiva sistémica, se da énfasis a una de las propiedades sobresalientes de la vida, es decir, a la tendencia a construir estructuras multinivel, con diferentes niveles de complejidad y diferentes leyes operando sobre ellos, de modo que cada uno forma un todo respecto a sus partes, siendo al mismo tiempo parte de un todo superior (Menegaz y Megascini, 2005). Los arreglos jerárquicos toman la forma de una progresión en niveles de organización o de complejidad relativa, que van desde la célula hasta la Biosfera. Cada nivel de la jerarquía biológica, además, está caracterizado por un conjunto de propiedades emergentes; como ejemplo tenemos que al combinarse los átomos de hidrógeno y oxígeno (nivel atómico) en una determinada configuración molecular (nivel molecular), se obtiene agua que es un líquido con propiedades totalmente distintas de las de sus componentes en estado gaseoso. Por último, este enfoque de los niveles de organización biológica proporciona un modelo útil para concebir el mundo real y además es un concepto integrador (Lidicker, 2008).

Además de las propiedades emergentes de los sistemas, Odum y Barrett (2006) plantean que existen propiedades colectivas que, a diferencia de las primeras, constituyen una suma del comportamiento de los componentes. Ambas propiedades tanto las emergentes como las colectivas son propiedades del todo; de ahí que el nivel de "población" tenga características o atributos que comparte con los individuos que la componen y a la vez posea características singulares de grupo, provenientes de la especie. Por ejemplo, una población crece, se diferencia y se mantiene a sí misma como lo hace un organismo, éste es un atributo biológico de la población. En contraste, los atributos grupales como tasa de natalidad (propiedad colectiva), que es la suma de los nacimientos individuales en un periodo designado, así como la tasa de mortalidad o la proporción de edades, resultan aplicables solamente en el nivel población. De este modo, un individuo nace, crece y muere, pero no tiene tasa de natalidad, mortalidad o proporción de edades. Una de las propiedades emergentes de la población es el tipo de interacciones que se dan entre los individuos que conforman la población (competencia y asociación). Además y debido a que estas nuevas características que surgen requieren atención científica, los diferentes niveles se asocian con subdisciplinas de la Biología, por ejemplo, la biología celular o la de poblaciones (Lidicker, 2008).

¿Cómo abordar a través de un relato los niveles de organización de los sistemas vivos en la asignatura de Biología I?

Con la finalidad de que los estudiantes identifiquen los niveles de organización de los sistemas vivos, así como algunas de sus propiedades (emergentes o colectivas), la presente secuencia didáctica propone como herramienta didáctica el uso del género narrativo como actividad de cierre. La secuencia didáctica en su totalidad está estructurada en actividades de apertura que incluyen el análisis y discusión del video "What Is Life? Is Death Real?" (2016), del documental "Sistemas complejos"[2] y del podcast "Niveles de organización de los seres vivos"[3]. En las actividades de desarrollo, se unifican las explicaciones del docu-

2 Un video realizado por el Instituto de Física de la UNAM.

3 El material de este título forma parte de la colección *Conocimientos fundamentales* que, bajo la coordinación de la Secretaría de Desarrollo Institucional de la UNAM, tiene como propósito apoyar la formación del alumno de bachillerato.

mental y del podcast con la finalidad de que los estudiantes, en forma colaborativa completen una tabla en la que tienen que definir cada uno de los niveles de organización, ejemplificarlos con imágenes y además describir algunas de sus propiedades emergentes y colectivas.

La actividad de cierre consiste en dar lectura a "El trabajo de un ictiólogo"[4], en voz alta por parte del docente de ahí que éste debe tener manejo de la voz, de la mirada, gestualización y de la proxémica, es decir, saber cómo hacer uso del espacio físico, la postura y la interacción con los estudiantes al momento de leer en voz alta. En esta actividad de cierre, el docente debe propiciar una situación en la que los estudiantes escuchen y se produzca una interrelación comunicativa en un contexto grato, que favorezca la comprensión por parte de los estudiantes. De esta manera el docente, propicia que los estudiantes desarrollen la imaginación, es decir, que elaboren sus propias imágenes mientras escuchan lo que leen. Los expertos en lectura han hecho hincapié en la importancia de este aspecto en el proceso de comprensión. Un buen lector es quien crea imágenes mientras lee y eso se practica en la audición (Beuchat *et al.*, 2013). A continuación se transcribe el relato "El trabajo de un ictiólogo".

El trabajo de un ictiólogo

Texto elaborado por: Hernández C. L. A y Luna R. C. M. (2013)

Hace unos días cuando visité mi amada Universidad, en donde estudié Sociología, me encontré a unos antiguos amigos que ahora trabajan en el laboratorio de peces de la Facultad de Ciencias. Me invitaron a visitar su laboratorio y mientras nos preguntábamos cómo nos había ido en los últimos meses, noté inmediatamente un olor penetrante y les pregunté:

—¿A qué huele?

—Son unos Carángidos que estamos fijando en formol –respondió Sofía.

—¿Carángidos? –pregunté.

—Sí, una de tantas especies que recolectamos hace dos días.

—¡Ah! entonces recién llegaron de campo, ¿y a dónde fueron a recolectar? –exclamé inmediatamente.

— Fuimos a una laguna en Veracruz, se llama "La Mancha" –respondió Nacho.

Recordé de inmediato ese lugar, ya que en alguna práctica de campo, investigamos las condiciones sociales de una cooperativa de pescadores y en esa ocasión hice entrevistas, me traje conchas y fotos del lugar. Mis amigos estaban emocionados por su regreso, así que no tardaron en platicarme su proyecto de investigación. Me invitaron una taza de café y felizmente me acomodé en un banco, mientras me describían sus aventuras y yo veía que hacían con esos "Carángidos".

Toñita comenzó diciendo que el objetivo del proyecto era conocer la diversidad de peces que existía en la laguna, y si ésta presentaba cambios en un periodo de un año. Por lo que ellos tenían que colectar muestras de material biológico (peces) cada mes, en un ciclo de 24 horas continuas.

—¿Cómo? –exclamé.

4 La narración es producto de la experiencia en trabajo de campo de los autores.

—Mira, colectamos cada 2 horas –me explicó Toñita.

¡Mi expresión de asombro fue evidente! inmediatamente le dije: —¡Cuéntame cómo lo hacen! Nacho continuó con la descripción, me dijo que les ayudaba un lanchero del lugar, y con su lancha tiraban la "atarraya".

—¿Qué es eso? –pregunté.

—Es un "arte de pesca" –me dijeron.

Aunque Toñita, interrumpió diciendo:

—¡Es una red de pesca, que requiere de cierta destreza para utilizarse! La atarraya se tira al fondo de la laguna de tal manera que se forma una especie de bolsa que atrapa a los peces.

Nacho continuó diciéndome que los peces colectados los clasificaban por sus características morfológicas en diferentes especies y los fijan con una solución de formol, para que no se descompusieran. En ese momento estaba observando cómo inyectaban una solución al interior del cuerpo de algunos peces que habían colectado.

Comenté que seguramente su trabajo de colecta era ¡extenuante! Pero inmediatamente Isaac me explicó que aunque era difícil mantener un ritmo de colecta de 24 horas, ya casi estaban por terminar, de hecho les faltaba una última colecta, la cual se llevaría a cabo el siguiente mes. Además, que los resultados hasta ese momento ¡eran muy interesantes!, ya que las características de la laguna (presenta aportes de agua dulce por escurrimiento de los cerros que la rodean, así como del mar; y ciertas características de temperatura y salinidad), propician que allí se lleven a cabo procesos de reproducción, crecimiento de organismos y algo así como una guardería de diferentes especies.

—¡Seguramente han encontrado peces del mismo tipo pero de diferentes tamaños! –exclamé emocionada.

—Efectivamente –contestó Toñita– si recuerdas la laguna, se caracteriza por ser un sistema pequeño, de una superficie aproximada de 126 hectáreas (Eusebio ***et al.***, 2006, pp. 333-334), presenta dos épocas climáticas, la de lluvias, de junio a octubre y la de secas, de noviembre a mayo. En ella habitan muchos organismos, entre ellos el fitoplancton, que tiene la función de realizar fotosíntesis y del cual se sostiene toda la red trófica.

Como ya se estaba poniendo un poco densa la conversación académica con las características de la laguna, les dije:

—¡He vivido engañada, yo pensando en qué ponerme en cada una de las estaciones del año y ustedes me dicen que sólo hay dos épocas! –todos nos reímos.

Ya más calmados les pregunté:

—¿Cuántos peces llevan, más o menos, recolectados e identificados?

—Aproximadamente 4,000 peces recolectados, que corresponden a 44 especies y casi 25 familias (Eusebio *et al.*, 2006, pp. 333-334) –me contestó de inmediato Toñita.

¡Estos son unos depredadores!, pensé inmediatamente, ¡pobres peces!, ¡seguramente ya no queda ningún pez nadando por ahí! Creo que notaron mi cara de asombro, espanto y tristeza. Afortunadamente Nacho me tranquilizó al decirme que esa cantidad de peces era sólo una muestra representativa de la laguna, ya que en ella habitan muchísimos más organismos además de peces y que esta colecta no afecta el equilibrio de las comunidades de organismos, ni las interacciones entre ellas. Además de que los peces colectados formarían parte de una colección biológica de la Facultad de Ciencias y que estaría disponible para futuros estudios. Por ejemplo, Toñita se dedicaría a abrirle los estómagos a unas especies de peces, para conocer de que se alimentan, si comen lo mismo todo el año o durante toda su vida, desde pequeños hasta la etapa adulta.

En mi cerebro comenzó un debate candente, ya que me pregunté ¿de qué manera sabrían qué come un pez joven y un pez adulto?, ¿le provocan el vómito, revisan lo que comió y luego lo regresan a la laguna para después buscarlo y realizar la misma operación?, dije esto y todos rompieron en llanto, ¡pero de risa! Isaac aclaró mis dudas:

—Primero a los peces los clasificamos por especies, una vez que sabemos que pertenecen a la misma, los catalogamos por tamaño e inferimos su edad. A cada grupo de peces de la misma edad, le abrimos el abdomen, sacamos su contenido, lo observamos bajo el microscopio y buscamos restos de comida, que clasificamos en materia orgánica: algas, plantas marinas, peces, crustáceos, etcétera. Con esto sabemos si los peces que pertenecen a la misma especie y que pertenecen a una edad determinada son herbívoros, carnívoros o si compiten por el alimento con otras especies. Además podemos saber si el tipo de alimento está disponible todo el año o varía.

Foto 1. Caráng idos. Autores: Celso Miguel Luna Román y Luz Angélica Hernández Carbajal.

—¡Ah! –exclamé– es como las frutas de temporada, por ejemplo, el mango, la naranja y las uvas.

—Sí, efectivamente –respondió Nacho– las frutas de temporada dependen de ciertas condiciones como la luz, la cantidad de lluvia, la temperatura. Los peces también dependen de estos y otros factores ambientales como la salinidad de la laguna, el oxígeno, el aporte de agua de las lluvias y del mar, así como la temperatura. Por eso hemos observado que hay peces que sólo se encuentran en la laguna en época de lluvias. También hemos observado que es diferente la forma de la boca de los peces en estado infantil que en estado adulto, y curiosamente difieren sus dietas, ya que algunos peces infantiles comen de todo y cuando crecen se especializan en un tipo de comida.

—¡Qué interesante es su trabajo, supongo que ya han ido a otras lagunas del país! –exclamé muy emocionada– viajan mucho y comen pescado a cada rato, ¡qué rico!

Nacho puso cara de indiferencia, me dijo que el no come pescado, porque no resiste las ganas de examinarlo para saber qué especie es y los que comen a su lado lo ven raro. Todos reímos con su comentario. Me despedí de mis amigos, y me prometieron invitarme en la siguiente salida de campo, para que aprendiera a tirar la atarraya.

Actividades posteriores a la narración (de cierre)

Al terminar la narración en voz alta, se solicita a los estudiantes que realicen las siguientes actividades en forma colaborativa en equipos:

1. Con los elementos que te aporta la lectura, explica con ejemplos los niveles de organización que están descritos en la narracion, así como las propiedades colectivas y/o emergentes de cada uno.

Nivel	Ejemplo	Propiedad colectiva y/o emergente

Resultados de la puesta en práctica de la estrategia didáctica

Con la finalidad de evidenciar a través del logro de los aprendizajes, si existe o no una diferencia significativa entre la lectura en voz alta por parte del docente y la lectura en solitario; se aplicó a 95 estudiantes de cuatro grupos de Biología I del CCH Oriente (turno vespertino) la secuencia didáctica. Con los estudiantes que asistieron a la fase de cierre de la misma, se realizó la lectura en voz alta por parte del docente y a los estudiantes que no asistieron a esta fase de cierre se les solicitó dieran lectura de forma individual; ambos grupos de estudiantes llevaron a cabo las actividades de cierre de la secuencia didáctica.

Posterior a la entrega de las actividades de cierre, los estudiantes en su totalidad contestaron un cuestionario. La primera parte del cuestionario (cualitativa) permitió conocer la percepción sobre la lectura realizada (en voz alta o en solitario), la segunda parte (cuantitativa) consistió en conocer si los estudiantes se habían apropiado de los aprendizajes; por lo que se les solicitó que observaran dos imágenes y propusieran qué nivel de organización biológica representaba cada una de ellas. Además se proporcionó una lista de palabras de la cual seleccionaron aquellas que correspondían a las propiedades emergentes de los niveles de organización biológica representados por las imágenes en cuestión. Se obtuvo una calificación en esta segunda parte del cuestionario, la cual sirvió para realizar un análisis estadístico de comparación de dos muestras independientes (lectura en voz alta y en solitario). El análisis estadístico mostró que los datos obtenidos cumplen con los supuestos estadísticos de normalidad y homocedasticidad (paramétricos), por lo que los datos se analizaron con una prueba de T de student.

De los resultados cuantitativos de la comparación de las dos muestras (lectura en voz alta y en solitario) se desprende que no existe diferencia significativa entre ellas (t=1.24; p=0.219). La interpretación de esto puede deberse a que, la lectura por sí misma, contiene los elementos para que quien la lea o la escuche; pueda transformarla en información (conceptos, relaciones de conceptos, ejemplos, etcétera) y contestar las actividades propias de cierre, y resolver el problema planteado (imágenes que representan niveles de organización y sus propiedades). Ambas formas de abordar el relato evidencian la apropiación del aprendizaje. Aunque no hay diferencias significativas es de notar que el promedio obtenido de los estudiantes que leyeron en solitario es de 6.4, mientras que el promedio de los estudiantes que participaron en la lectura en voz alta fue de 7.6, ligeramente más alto. Hace falta realizar esta misma prueba pero ahora sin incluir la lectura, con la finalidad de observar si la lectura es la clave del cierre de la secuencia didáctica propuesta, es decir la que permite que la temática abordada sea significativa a través del relato de una problemática real y lo que permite poner en contexto a los estudiantes.

En cuanto a la percepción de los estudiantes respecto a ciertos aspectos logrados a través del relato, se observó que el 69% de los que **no participaron de la lectura en voz alta** opinan estar de acuerdo en que ésta les permitió imaginar a detalle lo que leían, el 60% duda de que la lectura les permitió recordar y comprender los niveles de organización biológica por lo que no fue de utilidad.

En contraste, de aquellos estudiantes que **sí participaron de la lectura en voz alta** por parte del docente, un 93% considera que el relato les permitió imaginarse a detalle todo lo narrado y un 72% opinó que les permitió comprender y recordar los niveles de organización de los sistemas vivos. Por último, un 75% de los estudiantes opina que el relato fue de utilidad.

Conclusión

Esta secuencia didáctica ha mostrado resultados cualitativos que permiten considerar que la percepción es parte fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje. En particular, la lectura en voz alta por parte del docente, así como su escenificación resulta en gestualizaciones, risas, asombro por parte de los estudiantes, les da el contexto de una situación real y significativa. Además, les permite comprender y aplicar lo aprendido, pues durante la lectura en voz alta, se hacen pausas que dan pie a explicaciones, retomar conceptos o ejemplificar otras situaciones; mismas que enriquecen el texto, así como la explicación en su conjunto. Es de notar que los estudiantes que leyeron por su cuenta, obtuvieron bajos promedios y su percepción respecto a la lectura es negativa.

Referencias

Beucaht, C. (2013). ¿Por qué leer en voz alta? En *A viva voz, Lectura en voz alta*. Recuperado de http://www.bibliotecas-cra.cl/sites/default/files/publicaciones/avivavoz_web.pdf

FAD y CUEC,UNAM (Productor), y Couturier, M. (Director). (2015). *Sistemas complejos* [Documental]. Recuperado de https://www.youtube.com/user/IFUNAM/search?query=sistemas+complejos

Jiménez, L. F. (2008). Biología 1.4. *Niveles de organización de los seres vivos* [Audio podcast]. Recuperado de http://descargacultura.unam.mx/app1?sharedItem=681

Lidicker, W. Z. (2008). Levels of organization in biology: on the nature and nomenclature of ecology's fourth level. *Biological Reviews*, *83*, 71-78.

McEwan & K. Egan (Eds.). (1995). *La narrativa en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación*. Argentina: Amorrortu Editores.

Menegaz, A., y Mengascini, A. (2005). *El concepto de niveles de organización de los seres vivos en contextos de enseñanza*. Trabajo presentado en el VII Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp245conniv.pdf

Odum, P. E., y Barret, W. G. (2006). *Fundamentos de ecología* (5a ed). Mexico: Cegage Learning.

Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM (2016). *Programas de estudio Biología I y II. Área de Ciencias experimentales* (1a ed.). Recuperado de http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/BIOLOGIA_I_II.pdf

Revel, A.C., Aduriz-Bravo, A., y Minardi, E. (2013). El formato narrativo en la enseñanza de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Revista de Educación en Biología*, *16*(1), 28-36.

Sanmartí, N. (1997). Enseñar y aprender ciencias. Una reflexión. En Sanmartí, N. y Pujol, R. (Coords.). (1977). *Guías Praxis para el profesorado de ESO. Ciencias de la Naturaleza. Contenidos, actividades y recursos*. España: Praxis. Recuperado de https://es.scribd.com/doc/44660794/Ensenar-y-aprender-Ciencias-Algunas-reflexiones-Neus-Sanmarti

Santos, S. & Infante, M. (2009). *Narrativas como recurso para la enseñanza de las ciencias un caso con la historia de la tabla periódica*. Trabajo presentado en el VIII Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, España. Recuperado de http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/293865/382389

Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, *15*(2), 4-14.

Kurzgesagt – In a Nutshell (productor). (2016). *What Is Life? Is Death Real?* [Video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=QOCaacO8wus

Willingale-Theune, J., Manaia, A., Gebhardt, P., De Lorenzi, R. y Haury M. (2009). Introducing Modern Science into Schools. *Science*, *325*, 1077-1078

ABP: UNA alternativa EN la ENSEÑANZA

Recibido: 02/09/2016
Aprobado: 26/092016

Jannet Díaz Velázquez
Patricia Covarrubias Papahiu

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2014

Resumen

Se presentan los resultados de un estudio en el que se aplica una estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), como una alternativa para la enseñanza del tema de Síntesis de Proteínas de la asignatura de Biología III que cursan como materia optativa los estudiantes del quinto semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades del plantel Azcapotzalco. Se utilizó un diseño experimental bajo un esquema de preprueba-intervención-posprueba (A-B-A) con dos grupos intactos. Se encontró que el ABP es una estrategia potencial para abordar el tema de Síntesis de Proteínas ya que promueve el desarrollo de habilidades cognoscitivas de tipo conceptual, procedimental y actitudinal.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), síntesis de proteínas, trabajo en equipo, motivación.

Abstract

The results of an study in which the Problem-Based Learning strategy (PBL) was used as an alternative to teach the topic "Protein synthesis" of Biology III as an elective course for students of the fifth semester from the College of Sciences and Humanities in Azcapotzalco campus are presented. An experimental design under a pretest-post-test-intervention scheme (A-B-A) with two intact groups was used. It was found that ABP is a potential strategy to address the topic of Protein Synthesis as it promotes the development of conceptual, procedural and attitudinal cognitive skills.

Keywords: *Problem-Based Learning (ABP), protein synthesis, teamwork, motivation.*

Introducción

Enseñar ciencia frecuentemente representa retos para el docente de educación media superior, pues los temas por aprender en diferentes materias son de naturaleza compleja y exigen a los estudiantes razonamientos de tipo abstracto e inferencias que los hacen prescindir de sus percepciones individuales o de su sentido común.

Como mencionan Pozo y Gómez (2006), a muchos estudiantes les resulta difícil aprender ciencia porque involucra conceptos abstractos y difíciles de entender, así como por el tipo de creencias que tienen acerca de su aprendizaje.

Los estudiantes piensan que la ciencia es sólo para personas muy inteligentes, que viven encerradas en el laboratorio haciendo experimentos, inventando cosas que no se relacionan con aspectos conocidos de sus vidas y el problema se acrecienta cuando los profesores carecen de estrategias pedagógicas que permitan a los estudiantes la discusión de problemas reales que conecten la ciencia con la sociedad.

En este sentido, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) constituye una alternativa para la enseñanza de contenidos temáticos complejos como los de la biología, pues se distancia de la enseñanza de tipo enciclopedista –generalmente centrada en la disciplina con escasa pertinencia social y personal–, coloca en el centro a la persona que aprende y en su metodología usa problemas reales (conocidos como escenarios) como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos, los cuales vincula a los alumnos con la vida cotidiana, lo que permite a los estudiantes desarrollar su pensamiento formal (Barrows, 1986).

Por lo tanto, en el estudio que se presenta se utilizó la metodología del ABP como una alternativa en la enseñanza del tema de Síntesis de Proteínas en el bachillerato. Mediante esta metodología, se evaluó la influencia del ABP en el aprendizaje del tema de estudiantes de quinto semestre del CCH Azcapotzalco.

El ABP como estrategia para el aprendizaje del tema *Síntesis de Proteínas*

La síntesis de proteínas es uno de los tantos temas abstractos de la biología, porque es un proceso que se lleva a cabo a nivel celular, lejos del ojo humano. Desde la experiencia docente puede decirse que para los estudiantes de bachillerato resulta complejo, por el tipo de información tienen que manejar en los procesos de transcripción y traducción, los cuales son abstractos, pues requieren conocimientos previos de química, bioquímica e incluso de biología. A los estudiantes les resulta difícil y hasta tedioso apropiarse de los conceptos básicos, sobre todo cuando se enfrentan al análisis e integración del tema. Al respecto, Morales (2013) realizó un estudio por en el que aplicó un cuestionario a profesores del CCH para

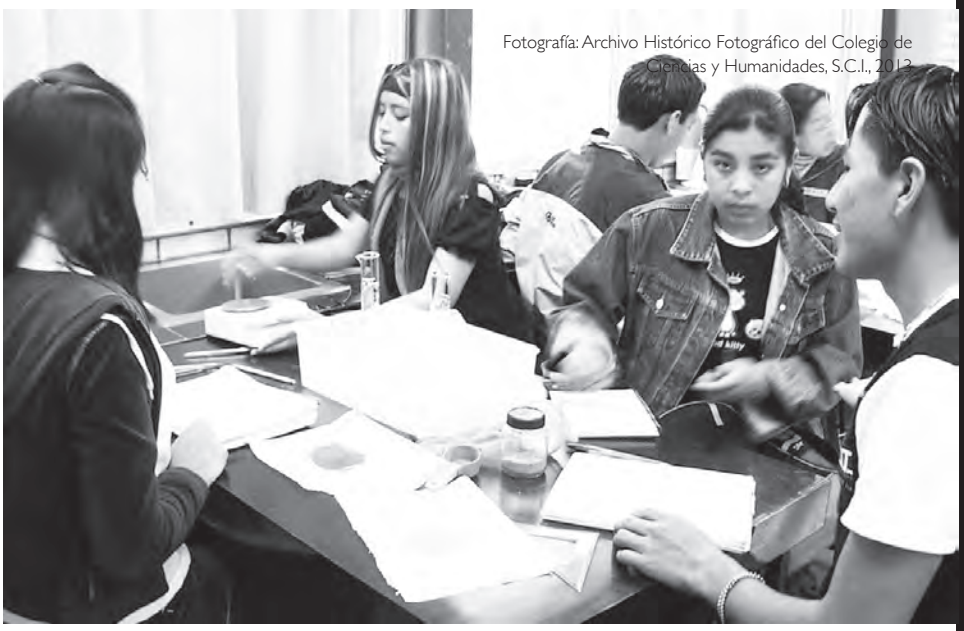
conocer sus ideas acerca de la enseñanza del tema de síntesis de proteínas y encontró que el 100% de los profesores piensan que los procesos involucrados son difíciles de enseñar y aprender debido a las deficiencias de conocimientos previos, abstracción y complejidad del proceso, así como la falta de motivación intrínseca, entre otros aspectos.

De aquí la importancia de buscar alternativas de enseñanza que promuevan el aprendizaje del tema y que inciten la motivación e interés de los estudiantes de temas científicos. Las investigaciones realizadas y los antecedentes documentados apuntan a que el ABP se constituye como una opción potencial para cumplir estos objetivos.

En esta metodología los protagonistas del aprendizaje son los alumnos, pues asumen la responsabilidad de ser parte activa en el proceso, desarrollando habilidades que serán de gran utilidad en el campo profesional como: la toma de decisiones, el trabajo en equipo, habilidades de comunicación (argumentación y presentación de la información), desarrollo de actitudes y valores: precisión, revisión, tolerancia (De Miguel, 2005; citado por el Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid, 2008).

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una de las estrategias de enseñanza situada que más ha llamado la atención tanto en el campo pedagógico como en la investigación (Araujo y Sastre, 2008; citado por Díaz -Barriga y Hernández, 2010). Dado que es un método de enseñanza aprendizaje centrado en el estudiante, en que éste adquiera conocimientos, habilidades y actitudes a través de situaciones de la vida real.

El ABP se apoya en la teoría constructivista del aprendizaje, que nos indica que el conocimiento, además de ser construido activamente por el estudiante, está en constante cambio, se va incorporando mediante instrumentos de estudio y asimilación teórico-práctica, lo que provoca que el alumno sea actor activo, consciente y responsable de su propio aprendizaje. En su desarrollo formativo el quehacer del alumno será de una implicación casi total, los resultados vendrán a ser los conocimientos que él mismo ha podido ir construyendo con apoyo y guía del profesor/asesor (Barrel, 1999; citado por Santillán, 2006).



Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2013.

La característica más innovadora del ABP como lo mencionan Bernabeu y Cònsul (s/f) es el uso de problemas, también conocidos como escenarios, como punto de partida para la adquisición de conocimientos nuevos y la concepción del estudiante como protagonista de la gestión de su aprendizaje. En el ABP se pretende que el estudiante construya su conocimiento sobre la base de problemas y situaciones de la vida real y que, además, lo haga con el mismo proceso de razonamiento que utilizará cuando sea profesional. Mientras que tradicionalmente primero se expone la información y posteriormente se intenta aplicarla en la resolución de un problema, en el ABP, primero se presenta el problema, luego se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y finalmente se vuelve al problema.

Otra de las características importantes que considera este método es la participación del docente como tutor porque desempeña un rol clave en los currículos diseñados conforme a la metodología del ABP. El tutor guía el proceso de aprendizaje del grupo, estimula a los estudiantes a lograr un nivel más profundo en la comprensión de los problemas abordados y se asegura de que todos los estudiantes participen de modo activo en el proceso del grupo (Díaz Barriga, 2006).

No obstante, el papel del alumno es el elemento central en este proceso sistemático que podrá ser lento pero posible y que tendrá como resultado el cambio, tanto de la concepción del aprendizaje como de la actitud frente al mismo (Bernabeu y Cònsul).

El modelo del ABP tiene sus primeras aplicaciones en la escuela de medicina de la Universidad de Case Western Reserve en Estados Unidos de Norteamérica a principios de la década de 1950. Sin embargo, el crédito del primer currículum con ABP fue la escuela de medicina de la Universidad de McMaster en Hamilton, Ontario, Canadá, el cual se inició en 1969 después de 3 años de planificación (Patiño, 2007). Tal ha sido el impacto de esta metodología que en los últimos 30 años el ABP ha sido adoptado por escuelas de medicina en todo el mundo y se ha empleado en otras disciplinas (Morales y Landa, 2004).

En la UNAM las experiencias con el ABP se han ido incorporando paulatinamente, se tienen registros hasta el 2014 de 29 proyectos de investigación (tesis) que emplearon esta metodología en diversas disciplinas, siete de ellas corresponden al campo de la biología. Se ha encontrado que el ABP es una estrategia viable para abordar temas de esta asignatura (Valdez, 2007; Pantoja y Covarrubias, 2013; Barrios, 2014), entre otros.

El ABP contempla normalmente una serie de pasos. En este trabajo consideramos los ocho pasos propuestos Morales y Landa (2004): 1) Leer y analizar el escenario o situación problema, 2) Realizar una lluvia de ideas, 3) Hacer una lista de aquello que se conoce, 4) Hacer una lista de aquello que no se conoce, 5) Hacer una lista de aquello que necesita hacerse para resolver el problema, 6) Definir el problema, 7) Obtener información, y 8) Presentar resultados.

Metodología de la investigación

Objetivo general: Evaluar la influencia del método ABP en el aprendizaje del tema "Síntesis de Proteínas" en estudiantes de quinto semestre del CCH Azcapotzalco.
Objetivos particulares: Evaluar el desarrollo de habilidades colaborativas a partir del trabajo en equipo y evaluar la motivación de los estudiantes por la estrategia didáctica empleada.

Contexto de aplicación y diseño del estudio

Fue un estudio empírico y de tipo exploratorio, el ABP se aplicó en el Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Azcapotzalco, con un diseño preprueba-intervención-posprueba (A-B-A), en dos grupos intactos (Hernández *et al.*, 2003)

En la fase de pre-prueba (A), de diagnóstico, se aplicó un cuestionario de conocimientos sobre el tema para evaluar los conocimientos previos con los que contaban los estudiantes antes de aplicar el ABP. En la de intervención (B), se aplicó la estrategia didáctica basada en los principios del ABP. Finalmente, en la de pos-prueba (A), se aplicó nuevamente el mismo cuestionario de conocimientos sobre el tema para evaluar los conocimientos adquiridos.

La aplicación en los dos grupos obedeció a la intención de pilotear la estrategia didáctica en un primer grupo que permitiera hacer los ajustes necesarios, mejorarla y aplicarla a un segundo. El grupo de la primera aplicación (507) cursaba el quinto semestre durante el ciclo escolar 2012-1 en el turno matutino; la estrategia se aplicó en cuatro horas, en sesiones de dos horas, dos días a la semana y participaron 17 alumnos, 11 mujeres y 6 varones, con una edad promedio de 17 años. El de la segunda aplicación (510), en el que se ajustaron las actividades de acuerdo a las observaciones realizadas del primer grupo, cursaba el quinto semestre durante el ciclo escolar 2013-1 en el turno matutino; la estrategia se

aplicó en seis horas, también en sesiones de dos horas, dos días a la semana y participaron 21 alumnos, 14 mujeres y 7 varones, con una edad promedio de 17 años.

Estrategia didáctica

Un punto fundamental para comenzar la estrategia con ABP es el planteamiento del escenario en donde se presenta una problemática real relacionada al tema de síntesis de proteínas. El escenario ABP o situación-problema que se aplicó fue un caso de la vida real titulado "Vengador tóxico en el ribosoma", el cual se centra en un periodista llamado Markov que hace una crítica al gobierno comunista, tiempo después fue pinchado con la punta de un paraguas en la pierna donde encontraron una píldora incrustada con ricina y dos días después murió.

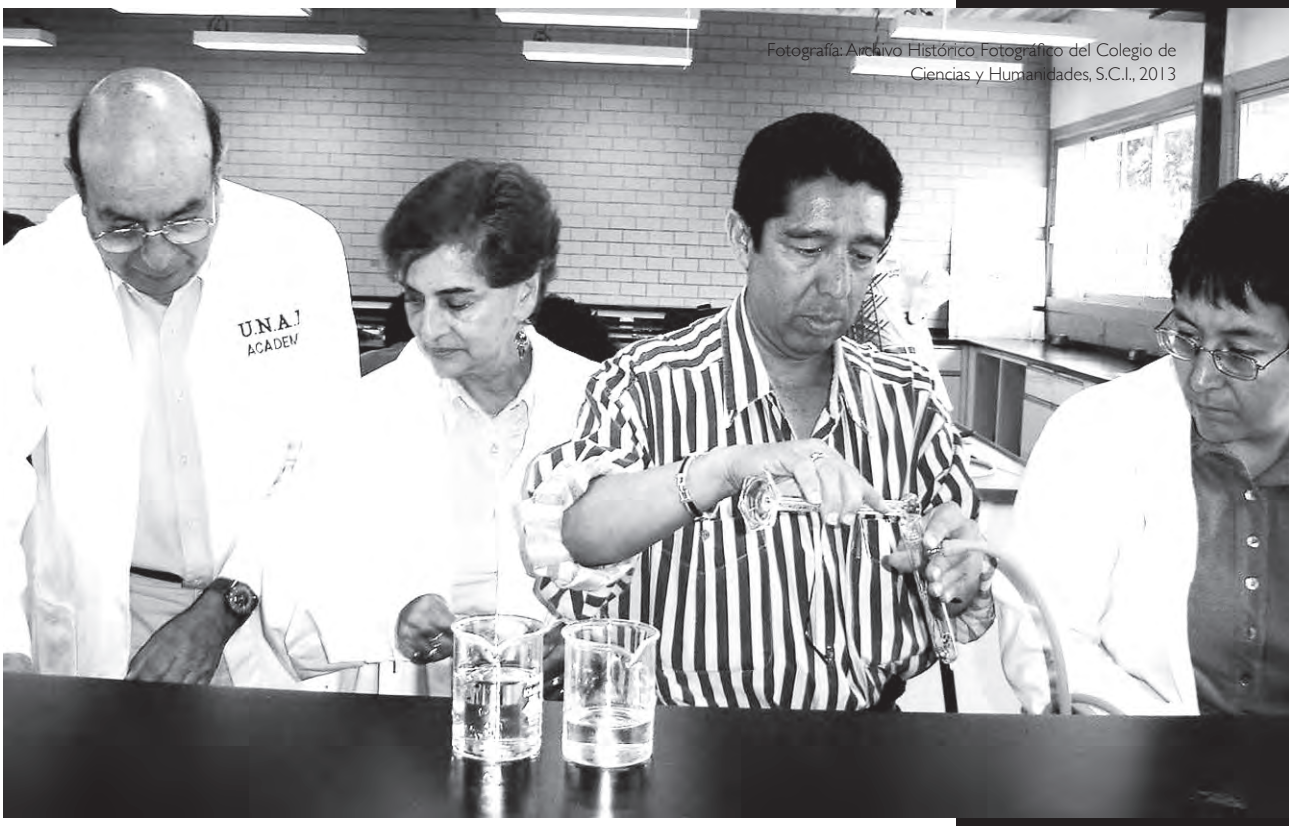
Una vez expuesto el escenario, los alumnos lo analizaron y trabajaron mediante estrategias didácticas conducentes a su análisis y solución de la situación problema. Para ello se siguió la metodología propuesta por Morales y Landa (2004):

Trabajo en equipo: Desde la primera sesión se formaron los equipos de 4 a 5 integrantes para asignación de roles y formar un plan de acción encaminado a la organización de las diversas actividades.

En primer lugar se pidió a los equipos lo siguiente:

1. Hacer una lista donde identificaran las pistas, es decir, lo que sabían o conocían sobre el problema, por ejemplo, ¿dónde sucedió?, ¿cuáles son los personajes involucrados?, ¿cuáles fueron los hechos?, ¿cuáles son los síntomas? y ¿qué implica que a alguien le incrusten una píldora con ricina?
2. Hacer una lista de "todo lo que no sé", en este punto se pidió a los estudiantes que hicieran una lista de preguntas o conceptos que se necesita saber para poder solucionar el problema. Por ejemplo, si la molécula de ricina es altamente toxica, ¿qué procesos metabólicos afecta la ricina?, ¿qué efectos tiene la ricina en el organismo humano para provocar la muerte?, ¿cuáles son los efectos tóxicos de la ricina en el ribosoma?, ¿la ricina inhibe la síntesis de proteínas? y los conceptos a investigar fueron: ribosoma, proteínas, síntesis de proteínas, ADN, ARN, transcripción, traducción, código genético, entre otros.
3. Identificación del problema: En este punto se pidió a los estudiantes que escribieran cuál era el problema identificado mediante una pregunta generadora, para este caso la pregunta estaba dirigida a saber por qué Markov había muerto cuando se le incrustó una píldora con ricina.
4. Generación de hipótesis: Una vez identificado el problema, se solicitó a los estudiantes generaran hipótesis acerca del caso utilizando su pensamiento crítico para ello. Por ejemplo, si la ricina es una molécula altamente tóxica, entonces tendrá un efecto letal en el ribosoma, de tal manera que bloqueará la síntesis de proteínas.
5. "Todo lo que debo de investigar": Se pidió a los alumnos que hicieran una lista de "todo lo que debían de investigar". Ésta la elaboraron con base en las hipótesis emitidas y lo que no conocían.

Una vez realizados los pasos anteriores, los alumnos ya tenían claro el tema a abordar, los conceptos y procesos involucrados para el tema de síntesis de proteínas y con ello dar respuesta a su problema en cuestión.



Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2013

Trabajo individual: Una vez que los alumnos llevaron a cabo las diversas actividades por equipo, fue necesario corroborar su aprendizaje mediante la evaluación formativa; para ello se elaboró una actividad titulada "Reestructuración de aprendizajes", tomando en cuenta los tres niveles de la taxonomía de Bloom: conocimiento, comprensión y aplicación (Becerra y Castelán, 2006). En esta actividad individual los alumnos resolvieron diversos ejercicios como identificar los tipos de ácidos nucleicos, replicaron y transcribieron una cadena corta de DNA e hicieron uso del código genético. Para la solución de los ejercicios era importante tener claro el concepto y comprender el proceso.

Esta actividad se reestructuró para su aplicación en el segundo grupo ajustando las preguntas, pues los enunciados de las mismas eran redundantes y algunas de ellas poco entendibles.

Instrumentos y técnicas de evaluación

1. Cuestionario de conocimientos aplicados en el pre-test y pos-test: Este instrumento se aplicó antes y después de la aplicación del ABP. Constó de seis puntos que contemplaron los siguientes contenidos: a) conceptuales, b) procedimentales y c) actitudinales.

2. Escala de apreciación: El trabajo en equipo se evaluó mediante una escala de apreciación donde los alumnos evaluaron el compromiso y la actitud al trabajar en equipo.

3. Bitácora COL (Comprensión Ordenada del Lenguaje): Como lo menciona Campiran (2000), es una estrategia didáctica que estimula procesos de pensamiento, motiva actitudes de autogestión y autorresponsabilidad, ayuda a organizar ideas, entre otras habilidades. En este trabajo se consideró el primer nivel de la Bitácora COL basado en las siguientes preguntas: ¿Qué pasó?, ¿qué sentí? y ¿qué aprendí?. Mediante las respuestas dadas a la pregunta ¿qué sentí? se pudo analizar el grado de motivación que presentaron los alumnos con el ABP.

Análisis de datos

Con los datos obtenidos de los instrumentos y técnicas didácticas empleadas se realizó el análisis cuantitativo para grupos no pareados, utilizando los rangos porcentuales y la media o promedio para todos los casos (Woolfolk, 2010).

Resultados

Los resultados obtenidos de las habilidades cognoscitivas conceptuales y procedimentales previo y posterior a la aplicación de la estrategia con ABP para ambos grupos se muestran en la tabla 1.

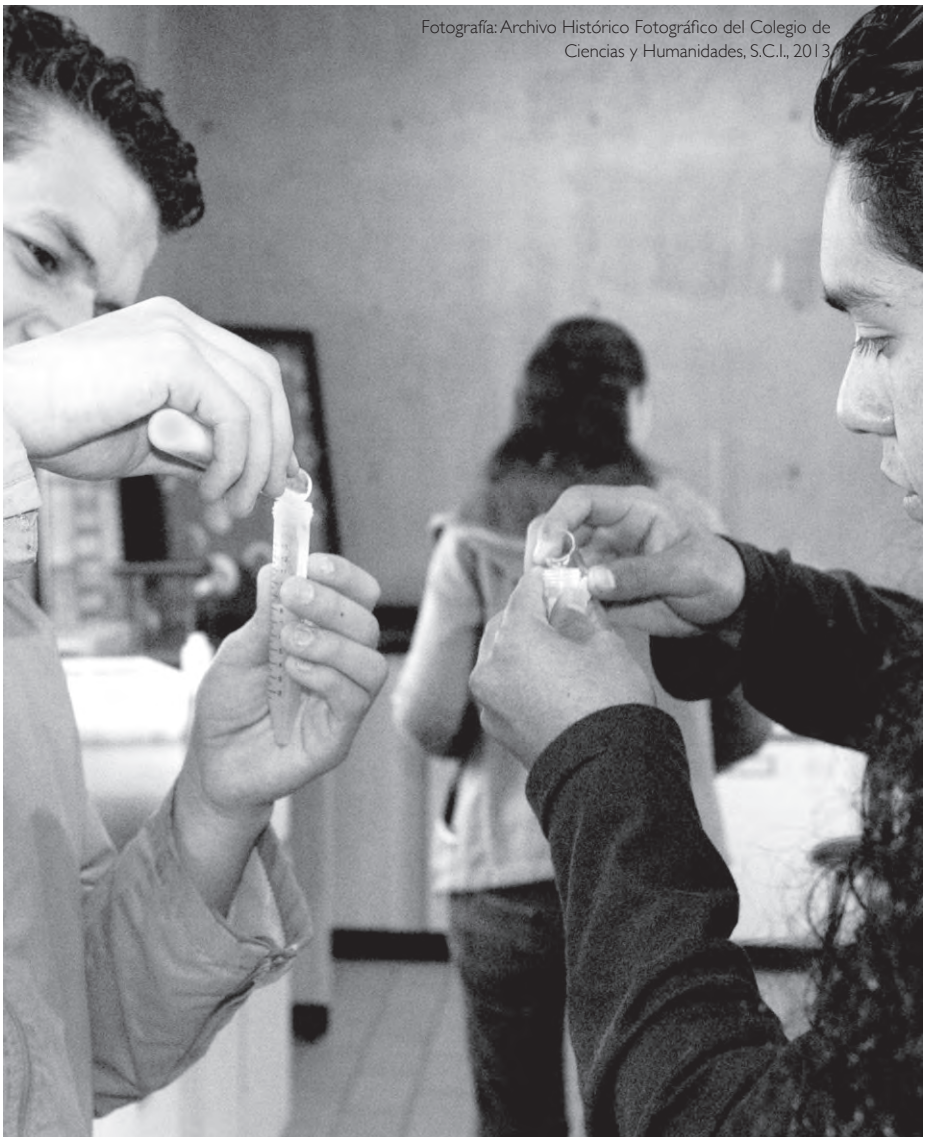
Tabla
1. Comparación entre el pre-test y el pos-test de los grupos 507 y 510.

Pregunta	Pre-test	Pos-test	Pre-test	Pos-test
I. Guía visual para la identificación de conceptos	GRUPO 507		GRUPO510	
DNA	13	17	20	20
RNA	6	16	17	21
RNAt	0	9	0	21
Aminoácido	0	15	0	21
Anticodón	0	9	0	21
Proteína	5	11	12	21
RNAm	0	9	5	20
Codón	0	11	0	21
Ribosoma	0	12	3	21
Preguntas para identificar las habilidades cognoscitivas procedimentales				
II. De la siguiente secuencia de DNA, transcribe la correspondiente de RNA e indica la dirección molecular que lleva el RNA.	6	13	0	17
III. La cadena de RNA se transcribe en dirección 5´a 3´ ¿Influiría en la función del RNA si se transcribiera en dirección opuesta, es decir, de 3´a 5´?	1	13	0	17
IV. Con base en el código genético que se te proporciona, ¿qué secuencia de aminoácidos resultaría de la siguiente cadena de RNA: 5´AUG GGU AGU GUU CGU UAG 3´?	0	15	0	18
V. La hemoglobina (Hb) es la proteína responsable de transportar oxígeno a todo nuestro organismo, ¿qué pasaría si a su estructura molecular se le sustituyera un aminoácido por otro?	0	9	0	20
PROMEDIO	2.38	12.23	4.38	20
PORCENTAJE	14%	72%	20%	95%

Con los datos obtenidos en la tabla 1 se observa que en ambos grupos la estrategia tuvo un impacto. No obstante, si comparamos los resultados obtenidos del pre con el post test, el grupo 510 obtuvo una mayor apropiación de las habilidades cognoscitivas tanto en el nivel conceptual como procedimental, el 95% de los alumnos contestaron asertivamente en comparación el 72% del grupo 507.

Es probable que las diferencias se deban a que a este último grupo se le aplicó primero la estrategia y para el siguiente se reestructuraron las actividades y se amplió el tiempo para la aplicación. Por otra parte, se detectaron otros factores en la aplicación de la estrategia, como el grado de responsabilidad y seriedad que los alumnos mostraron a nivel individual y en equipo. En este punto conviene señalar que ambos grupos desarrollaron habilidades colaborativas e interpersonales como la comunicación, toma de decisiones, participación, responsabilidad, respeto, tolerancia, acuerdos, aprendizaje autodirigido, entre otros, sin embargo, fue mayor en el grupo 510 la relación profesor-alumno y la motivación como detonadores para el desarrollo de las actividades con ABP.

Cabe señalar, que la motivación y el ambiente de confianza que se desarrolla en el salón de clases son fundamentales para que se alcancen los aprendizajes esperados porque generan actitudes e influencias positivas, como lo mencionan Marzano y Pinkering (1997): "Cuando nuestras actitudes y percepciones son positivas, el aprendizaje se optimiza, pero cuando son negativas, el aprendizaje se ve afectado".



Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2013.

Sin embargo, y de acuerdo a los resultados obtenidos en la escala de apreciación, en el grupo 507 sólo el 59% de los alumnos estuvieron motivados y al 41% se les hizo tedioso, aburrido, les causo estrés y prefieren que el profesor les dé la clase y ellos tomar apuntes. Por su parte, en el grupo 510 se presentaron también diversas sentimientos y actitudes en torno al trabajo con la metodología del ABP, donde el 62% de los alumnos al principio se sentían frustrados, confundidos, extrañados, desconfiados o desorientados, tenían un conflicto cognitivo y emocional por no saber cómo enfrentarse ante lo que se planteaba con el ABP, y sólo el 38% del resto del grupo desde un inicio se sintieron motivados, les resultó novedoso, didáctico y retador aplicar los conceptos y dar respuesta al caso de Markov.

Estos resultados coinciden con lo que advierten Agueda y Cruz (2005) con respecto a las incertidumbres y desorientaciones que puede provocar en algunos estudiantes un cambio de estrategia didáctica, sobre todo cuando ésta les exige hacerse más responsables de su propio aprendizaje, tener más iniciativa, y probarse a sí mismos, lo que implica retos que se tienen que ir sorteando mientras se aprende a trabajar de manera independiente. Conforme avanzaban las sesiones ellos iban siendo actores de su aprendizaje, mostraban mejor desempeño en las actividades realizadas y afrontaban los retos al ir comprendiendo el tema, esto les motivaba continuar con la búsqueda de información. Es indiscutible que se requiere de más sesiones o de un tiempo más prolongado de trabajo con una estrategia como el ABP para que los estudiantes se sientan seguros y, por tanto, más motivados en ésta.

Fotografía: Archivo Histórico Fotográfico del Colegio de Ciencias y Humanidades, S.C.I., 2013

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos y su análisis se concluye que El ABP es una propuesta viable para abordar el tema de síntesis de proteínas debido a que permite desarrollar en los alumnos habilidades cognoscitivas de tipo conceptual, procedimental y actitudinal. Permite el trabajo autodirigido y en equipo. Sin embargo, es importante señalar que el alcance de dichas habilidades con ABP no es un proceso sencillo o rápido para los alumnos y el docente porque implica un cambio en la forma de enseñanza aprendizaje, necesitan tener disposición, tiempo para la aplicación, motivación intrínseca y extrínseca y que el docente lleve a cabo experiencias previas con el ABP para realizar las reflexiones y adecuaciones que requieran las estrategias de enseñanza-aprendizaje y con ello la obtención de mejores resultados en las sucesivas aplicaciones.

Referencias

Barrios, M. N. (2014). *Aprendizaje Basado en Problemas como una estrategia didáctica para abordar la asignatura de ecología en el nivel medio superior* (tesis de maestría), UNAM, México.

Barrows, H.S. (1986). A Taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, *20*(6), 481-486.

Becerra, T. N. y Castelán, S. I.C. (2006). Paquete para la evaluación del curso de Biología III. *Seminario de Evaluación. UNAM-CCH*, *1*, 171.

Bernabeu M. D. y Còsul M. (s.f). Aprendizaje basado en problemas: El método ABP. Recuperado de http://educrea.cl/aprendizaje-basado-en-problemas-el-metodo-abp/

Campiran, A. F. (2000). Estrategias Didácticas. En Guevara y Sánchez (comps). *Habilidades de Pensamiento Crítico y Creativo* (pp. 29-43). México: Universidad Veracruzana. Recuperado de http://www.uv.mx/apps/afbgcursos/HPCYC/Documentos/421_Campiran_estrateg_didac_Cap2.pdf

Díaz-Barriga, A. F. (2006). *Enseñanza Situada. Vínculo entre la escuela y la vida*. McGraw-Hill. México.

Díaz-Barriga, A. F. y Hernández, R. G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (3ª). Ed. Mc Graw Hill.

Hernández, S. R., Fernández, C.C., y Baptista, L.P. (2003). *Metodología de la Investigación* (3ª ed.). México: McGraw-Hill.

Marzano, R. J. & Pickering, D.J. (1997). *Dimensions of Learning. Teacher's Manual* (2d ed.). EEUU: ASCD- Association for Supervision and Curriculum Development.

Morales B. P. y Landa F. V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13, 145-157. Recuperado de http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=29901314

Morales, D. A. (2013). *Propuesta para el mejoramiento del proceso de la enseñanza y el aprendizaje del tema síntesis de proteínas a partir de la teoría de las inteligencias múltiples* (tesis de maestría). UNAM, México.

Pantoja, J. C. y Covarrubias, P. (2013). La enseñanza de la Biología en el bachillerato a partir del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). *Perfiles Educativos, 35*(139), 93-109. Recuperado de http://ries.universia.net/index.php/ries/article/view/290/pdf_50

Patiño, T. M.J. (2007). Análisis diacrónico de la educación médica como disciplina: Desde el informe Flexner. *Med interna*, *23*(2), 10.

Pozo, J.I. y Gómez, C. M. A. (2006). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico* (5ª ed.). España: Ediciones Morata, S.L.

Santillán, S. C. (2006). El Aprendizaje Basado en Problemas como propuesta educativa para las disciplinas económicas y sociales apoyadas en el B-Learning. *Revista Iberoamericana de Educación*, *40*(2).

Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid. (2008). *Aprendizaje Basado en Problemas*. Recuperado de http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf

Valdés, M. N. (2007). *Elaboración y validación de casos de aprendizaje basado en problemas (ABP) para el programa de biología de educación media superior de la UNAM* (tesis de maestría). UNAM, México.

Woolfolk, A. (2010). *Psicología Educativa* (11ª ed.). México: Pearson educación.

LA INVESTIGACIÓN SOCIAL en Psicología:

herramienta para la didáctica de las Ciencias Experimentales.

Recibido: 2/09/2016
Aprobado: 28/09/2016

Marco Antonio González Villa

Resumen:
El texto se centra en el papel que posee la Investigación Social como herramienta didáctica en la materia de Psicología del Colegio de Ciencias y Humanidades, para enseñar y acercar al alumnado al campo de las Ciencias Experimentales. Se concluye que, aunado a su posibilidad de construir y enriquecer el acervo de conocimientos de la disciplina, permite generar un conocimiento sobre sí misma para los estudiantes, lo que hace a la investigación una experiencia de crecimiento, tanto en lo social como en lo individual, logrando que la ciencia adquiera un sentido significativo en lo personal.

Palabras clave: didáctica, Ciencias Experimentales, investigación social, Colegio de Ciencias y Humanidades, Psicología.

Abstract:
The text focuses on the role that owns the social research as a teaching tool in the subject of Psychology of the College of Sciences and Humanities, to teach and bring the students to the field of Experimental Sciences. It is concluded that, coupled with his ability to build and enrich the knowledge base of the discipline, can generate knowledge about itself what makes research a growing experience, both socially and individually, making that science acquires significant meaning personally.

Keywords: *didactics, Experimental Sciences, social research, College of Sciences and Humanities, Psychology.*

¿Ciencia e investigación en psicología?

Existen en el lenguaje términos que en ocasiones parecen inaccesibles o muestran opacidad, ya sea por su carácter polisémico o por la imposibilidad de asirlos y definirlos de una forma tal que no quede duda en el consenso social. "Ciencia" e "investigación" son ejemplos claros de ello ya que remiten, al menos entre el círculo académico, a diferentes concepciones y percepciones.

Ambos términos se vinculan al conocimiento, sin embargo, se inscriben en el cuerpo de la epistemología de una sociedad en un contexto histórico específico; son un imaginario social en términos de Castoriadis (2013): se sustentan en teorías y saberes legitimados, que derivan en estrategias o metodologías específicas fundamentadas en las tendencias validadas de cada época. De esta manera el investigador queda supeditado a la noción de ciencia vigente, sin que esto sea, afortunadamente, una limitante en su creatividad. En el Plan de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades (2006) se concibe a la ciencia como un patrón de comportamiento mediante el cual el ser humano tiene control de su ambiente. Así, la ciencia da la posibilidad a los alumnos del CCH de tomar una posición ante el mundo que los rodea, pero también de ser agentes de transformación de su propio entorno.

En la tríada del conocimiento, en el que encuentra sustento la ciencia, conformada por teoría-práctica-investigación, es esta última la que reviste una preponderante capacidad poiética, de construcción: nos convierte en actores activos, en partícipes del incremento en el acervo de conocimientos, aportando a la teoría (en constante construcción), y afectando profundamente la praxis, lo cual imprime una huella reconocible y significativa, que termina por convertirse en un legado para las siguientes generaciones.

Es así que la capacidad heurística del hombre, aterrizada en actos de investigación, ha abierto brechas y hoy en día se reconoce, sin duda, que los avances que una sociedad puede tener, dependen directamente de los descubrimientos y aportaciones que su implementación ofrece y logra.

Investigación en la UNAM

Es del dominio popular el reconocimiento que la UNAM tiene como la institución educativa que más investigaciones realiza a nivel nacional: la gran producción de escritos, proyectos y elementos fácticos así lo avalan, incidiendo en todos los campos del saber, beneficiando e impactando positivamente a diferentes sectores de la población. En esta labor confluye la actividad de docentes y alumnos, quienes disponen de espacios físicos, bibliográficos y virtuales para compartir sus resultados, así como los apoyos institucionales en infraestructura, recursos económicos y humanos, sentando así las condiciones para trabajar en pos del saber. Es la UNAM, por tanto, una revolucionaria social cuya visión y compromiso con la circunstancia mexicana encuentra, a través de la incentivación a la investigación, plena congruencia y confirmación.

En este sentido, el modelo educativo del CCH se caracteriza desde su fundación por formar alumnos y contar con una planta docente que disponen de un pensamiento crítico y reflexivo capaz de transformar a la sociedad, por lo que la investigación es una herramienta didáctica imprescindible en el salón de clases que dota de una riqueza formativa a cada uno de los estudiantes, en cualquiera de las áreas en las que se dividen las materias del Colegio, pero con una significación mayor en el área de las Ciencias Experimentales. La diversidad formativa de cada docente le brinda al alumnado una pluralidad que amplía su visión y su concepción

del mundo, pudiendo hacer diferentes lecturas posicionado en lugares distintos para analizar cada objeto ante el que se enfrente. Así, asimila nociones de búsqueda de información, delimitación de un problema, fundamentación teórica, etcétera, es decir, de todos y cada uno de los pasos en la estructuración de un trabajo realizado con profesionalismo y con la rigurosidad metodológica de que dispone la ciencia, asesorado por el docente en sus diferentes fases.

Como ninguna otra escuela de nivel Medio Superior, el alumnado del CCH entiende no sólo la metodología científica que implica la investigación, sino que también descubre los alcances de sus hallazgos y esfuerzos, siendo esto un motivador de carácter intrínseco que favorecerá y promoverá, en algunos como señala Lorenzi (2011), la estructuración temporal futura de la Investigación como un área posible de desarrollo y desenvolvimiento laboral profesional.

La investigación social: una estimulante dificultad

Una de las áreas de mayor oportunidad y que ofrece una fuente inagotable de trabajo es la investigación social. A diferencia del trabajo en laboratorio, con condiciones controladas y una relación sujeto investigador-objeto de estudio claramente definida, en donde el planteamiento de hipótesis no es sólo una condición sino una necesidad que permite lograr los resultados esperados, en la investigación social no se pueden tener certezas, se transita por caminos en los que no se sabe el rumbo final, de esta forma se descubre o se alcanza una perspectiva diferente de un fenómeno ya presente, que existe en la realidad, pero que carecía de entendimiento e inteligibilidad, dando así alternativas para su comprensión, explicación y en la medida de lo posible su transformación. Sin embargo, es necesario considerar que, desde la perspectiva de Habermas (Silva, 2013), dentro de las Ciencias Sociales, en las que puede inscribirse también la Psicología, existe una dificultad para poder acceder a la realidad simbólica solamente a través de la observación, por lo que debe existir una comprensión que vaya más allá de un plano intencional subjetivo y que se vea enriquecida al incursionar en el ámbito de las convenciones y las reglas sociales, en las tradiciones y culturas y en la interpretación de las instituciones sociales. Por tanto, es necesario que el alumnado disponga de conocimiento de los referentes sociohistóricos que posee e influyen en la forma de acercarse a un objeto de estudio determinado en una investigación.

El trabajo a realizar, entonces, es de inicio complicado, ya que en ésta búsqueda de promover y hacer ciencia, el alumnado se va encontrando con diferentes dificultades. En un primer momento, es necesario reconocer que todo investigador social, al igual que un detective, busca descubrir y obtener un conocimiento claro, de sí y de un fenómeno, a partir de una pequeña pista o indicio para sacar una verdad a la luz, por relativa que ésta sea, pero no tiene claridad en cuanto a la dirección que tomará su trabajo, así como de lo que irá encontrando durante el proceso. Las conclusiones finales están totalmente basadas en la búsqueda y labor realizada, pero revelan un saber en contexto, que difícilmente será generalizable: da cuenta de un agente social específico, con sus características particulares y dentro de un contexto sociocultural y en un tiempo determinados, haciendo necesariamente entonces un corte transversal.

La polémica entre enfoque cualitativo y cuantitativo es una dificultad más que, en función del enfoque parcial que muestra un docente, se supera con facilidad: la propia diversidad presente en los maestros construirá en los alumnos una visión complementaria de ambos enfoques o no serán percibidos como antagónicos excluyentes uno de otro.

Una última dificultad tiene que ver con un aspecto ético: la investigación social plantea esta relación sujeto del saber-sujeto de estudio en donde el alumno entenderá que trabajar con personas similares a él precisa de un manejo responsable, inteligente, empático y precisamente ético de la información que se obtiene, así como de los instrumentos empleados, independientemente de la objetividad que posee todo trabajo científico. Aquí las hipótesis no tienen cabida, serían solamente un prejuicio.

La investigación social: como *episteme* de y para el alumnado

En los objetivos planteados por el área de Experimentales, dentro del modelo educativo, se busca desarrollar diferentes habilidades cognitivas e intelectuales que le permitan acceder al alumnado al conocimiento y a la cultura en la que se halla inserto, asimilando los avances tecnológicos y científicos actuales en su estrecha relación con lo social, al mismo tiempo que se apoya en el desarrollo de su personalidad, por lo que el docente construye un escenario de aprendizaje cuyo impacto y beneficios van más allá de las aulas.

Una vez establecidos claramente los criterios a evaluar, que remiten directamente a aspectos técnicos y de método, la investigación social como estrategia didáctica en las aulas del Colegio, debe ser vivida por el alumnado como un acto de pasión y no de imposición, por lo que resulta conveniente darle la oportunidad de poder elegir su temática de estudio. De esta manera su involucramiento y dedicación con el trabajo será mayor, dado que se aborda un problema de interés para el alumno y devela una inquietud; la investigación entonces se vive, se torna cercana y significativa. Es una experiencia de vida y personal.

Al mismo tiempo, cada tema elegido por los alumnos se le hace saber al docente que trabaja con ellos en el día a día. En la retroalimentación el docente les haría ver un referente de los intereses, deseos, angustias, ideas, significaciones, valores acerca de su tema y, de esta manera, obtendrían un conocimiento de sí que les posibilitaría identificar áreas de oportunidad y crecimiento. Es un acto individual, pero también colectivo en las diferentes interacciones posibles dentro del aula, en el que se intenta dar cuenta de la relación de una persona con la verdad, con su verdad, pero también con el saber.

Se concluye que la investigación social en la materia de Psicología, no sólo permite divulgar y trabajar en pro de la ciencia, sino que también es un constructor de *episteme* para el alumnado: sobre lo que le interesa, pero también sobre sí. De esta manera, a través de su esfuerzo académico es posible que transforme su realidad, sus referentes, sus significaciones, su vida. La investigación cobra sentido y relevancia. La ciencia ya no será lejana y ajena, devendrá en algo íntimamente personal.

Referencias

Castoriadis, C. (2013). *La Institución imaginaria de la Sociedad*. España: Tusquets.

Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. *Orientación y Sentido de las áreas del Plan de estudios Actualizado*. Recuperado de http://www.cch.unam.mx/plandeestudios

Lorenzi, G. (2011). La implicación en el acto de investigar. *Revista Electrónica de la Facultad de Psicología de la Universidad de Buenos Aires*. Recuperado de http://intersecciones.psi.uba.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=153:la-implicacion-en-el-acto-de-investigar-&catid=9:perspectivas&Itemid=1

Silva, R. A. (2013). *Fundamentos filosóficos de la Psicología: Para Comprender o Explicar las acciones humanas*. México: Pax México.

CÓMO imaginar el FUTURO DE la Antártida desde la literatura

Aprobado: 02/09/2016
Recibido: 29/09/2016

Luis Arturo Méndez Reyes

No somos Dirac, ni Marie Curie, la trayectoria de Darwin no podrá volver a emularse, porque el científico solitario, ensimismado, genial pero aislado de la sociedad ya no puede existir
–Sergio Rossi

Para entender el mundo, hace falta disciplina. Pero, sobre todo, hace falta interdisciplina.
–Lema del Programa entrevistas (im)posibles, de TV UNAM

Resumen:
Este artículo tiene como finalidad incitar a los profesores de Ciencias Experimentales a trascender sus conocimientos y análisis disciplinarios hacia otras áreas de estudio, para que doten a sus alumnos de un espectro más amplio, que les permita, a su vez, realizar análisis prospectivos. La estrategia que permitirá lograr nuestro objetivo es la literaria, específicamente la narrativa de ciencia ficción, la cual tiene un soporte de objetividad muy importante.

Palabras Clave: Antártida, misterios, futuro, ciencia, ficción, estrategia, aprendizaje.

Abstract: *This paper aims to encourage teachers experimental sciences, to transcend disciplinary knowledge and analysis into other areas of study, to provide students a much broader spectrum, enabling them to prospective approaches. We discussed the strategy to achieve this, literary, specifically science fiction, which has a very important support objectivity.*

Keywords: *Antarctica, mystery, future, science, fiction, strategy, learning.*

Proemio

El continente ubicado en el extremo sur de la tierra es un misterio para la opinión pública mundial. La información oficial, publicada en los libros de Historia, Geografía y Ciencias Naturales, es insuficiente y deja muchas dudas sobre lo que realmente ahí acontece. Pero, sobre todo, impide realizar hipótesis acerca de cuál será su futuro. Escudriñar qué puede ocurrir con los recursos naturales, para no agotarlos, es hoy en día un objetivo central de la ciencia y la academia de todo el mundo; al menos, ese fue el mandato del desarrollo sustentable, enarbolado en la *Cumbre de la Tierra*, Río de Janeiro, 1992.

Los estudios del porvenir de la Antártida son fundamentales para ajustar su presente, es decir, crear distintos escenarios, que permitan emprender acciones inmediatas en beneficio de la humanidad. Pero ¿cómo se pueden hacer estudios acerca del futuro, si la información oficial es única y exigua? Un camino viable y a la vez fascinante para hacer prospectiva en el continente antártico es el literario, específicamente la narrativa de ciencia ficción. Así, el objetivo del presente trabajo es traer a la mesa de análisis los juicios de diversos autores literarios que han conjeturado sobre los misterios del llamado ***continente blanco***. Tales obras son: *Las aventuras de Arthur Gordon Pym* de Edgar Allan Poe, *La esfinge de hielo* de Julio Verne (en la que se retoman muchos aspectos de Gordon Pym), *En las montañas de la locura* del autor norteamericano H. LoveCraft y *La Antártida 1947. La Guerra que nunca existió* del español Felipe Botaya y, finalmente, el video de ciencia ficción titulado *Conspiración Antártida. Acceso prohibido.* Estamos convencidos que el procedimiento de enseñanza-aprendizaje aquí propuesto, será un recurso atractivo para que los profesores lo trabajen con sus alumnos. Los animamos a trascender sus fronteras disciplinarias y a llevar sus enseñanzas hacia otros espectros de conocimiento. Así aumentarán su visión del supuesto desconocido e infecundo continente antártico.

Secuencia de enseñanza-aprendizaje

A fin de hacer más viable esta actividad de conocimiento y discusión sobre la Antártida, sugerimos un procedimiento de trabajo con los alumnos: va de lo simple a lo complejo, de la imagen a la lectura, de la lectura al análisis y de éste al debate y la conclusión.

- Para abrir la estrategia, recomendamos observar un video netamente iconoclasta, inscrito en el terreno de la ficción científica. El documental se titula *Conspiración Antártida. Acceso prohibido*, que pueden observar en YouTube. Éste plantea una serie de interesantes y reveladoras dudas que sirven para despertar el interés por el tema y detonar el debate.
- Con base en los cinco ejes problemáticos que discutiremos en este artículo, recomendamos realizar la lectura por equipos de trabajo, y en voz alta, de los cuatro textos de narrativa de ciencia ficción aquí señalados. Tales ejes son:

1. Analizar y discutir la narrativa de ciencia ficción para el estudio de la Antártida.
2. Explorar el interés militar en la Antártida.
3. ¿Cuál es el verdadero interés científico en la Antártida?
4. ¿La historia del continente comienza en el siglo XVIII?
5. El Continente Antártico ¿desconocido, blanco, inhóspito, inexplorado?

- Hacer un debate colectivo en torno a la discusión de esas lecturas y cinco ejes problemáticos.
- Observar la película: *Shackleton: la Odisea de la Antártida* (2002). Es un film antítesis del video sugerido anteriormente, es decir, sostiene que la Antártida es un continente inhóspito y helado, descubierto por la astucia de su líder (Shackleton), sin apoyo gubernamental, sin tecnología adecuada, sorteando las inclemencias del tiempo. En suma, un film que defiende la historia occidental de héroes.
- Discutir los aprendizajes logrados con los alumnos y señalar las conclusiones del procedimiento de trabajo.
- Cerrar con broche de oro. Sugerimos pensar en el futuro de la Antártida con base en las actividades plasmadas y otras que los profesores consideren pertinentes. Hay varias formas de hacer prospectiva. Una puede ser la realización de un cuento breve o un ensayo; otra más, hacer una propuesta de programa del quehacer científico en la Antártida.

Eje problemático 1

Analizar y discutir la narrativa de ciencia ficción para el estudio de la Antártida

La ciencia ficción, también llamada ficción científica, es la ciencia de la anticipación. Luis Ortiz Muñoz la define como: "literatura futurista que se apoya en hipótesis lógicas de la ciencia del mañana, tal como se conjetura hoy su posible desarrollo" (Bermúdez, 2014, p. XXII). La narrativa de ciencia ficción es la poesía de la ciencia, una lógica sustentada en conocimientos sólidos para imaginar el futuro. Es, como bien la intuye el autor de la *Antártida 1947. La guerra que nunca existió*, "la ciencia basada en muchas conjeturas" (Botaya, 2006, p. 366). Las aparentemente quimeras desenfrenadas, concebidas por un autor, se ven confirmadas por avances científicos de los últimos años. La literatura halla en Julio Verne al pionero y más popular novelista de ciencia ficción, seguido de H.G. Wells. No menos importante, incluso anterior a Verne, pero sin adjudicarle esas primicias, está Edgar Allan Poe, aunque el propio Verne reconoce la enorme influencia que ejerció sobre él. Posteriormente, encontramos a H. P. Lovecraft, quien también cita textos de Allan Poe. En el tiempo actual, un autor sensacional de ciencia ficción, es el español Felipe Botaya.

La ficción científica es fruto del talento narrativo y la fantasía de los autores señalados. Sin embargo, la verosimilitud de sus escritos se funda más, en el uso de fuentes primarias y secundarias. Por un lado, noticias publicadas en los periódicos de grandes ciudades, entrevistas a personajes clave, diarios de los descubrimientos obtenidos por los científicos que acompañaban las expediciones, fotografías que aparecían en los magazines, transcripción textual de informes que los científicos enviaban desde los lugares de las expediciones hasta las estaciones de los barcos ubicadas en las ciudades. Por otro lado, libros fuera de circulación y librerías de tomos de ocasión.

Eje problemático 2

Explorar el interés militar en la Antártida

El *Tratado Antártico*, firmado en Washington en 1959, elevó al continente a rango de *zona natural protegida* y lugar de investigación, por tanto, libre de invasiones militares. ¿Pero cómo saber si se cumplieron los objetivos centrales del pacto? ¿Cómo constatar si no hay otro interés más allá del científico y ecológico? ¿Cómo cerciorarse, si en realidad las naciones poderosas abandonaron sus posiciones ganadas después de la Segunda Guerra Mundial, cuando no se dispone de información, y nadie tiene pasaporte para pisar esa tierra?

El novelista español Felipe Botaya hizo un esfuerzo titánico de investigación a través de "entrevistas a personajes clave, consulta de libros fuera de circulación, búsquedas en librerías de tomos de ocasión en las capitales Berlín, Londres y Roma". Puso en marcha lo que él mismo llamó "la ciencia basada en conjeturas". En su magistral obra *Antártida 1947. La Guerra que nunca existió*, revela el objetivo real para el continente, el cual, desde luego, no aparece en libros oficiales de historia universal. Otra vez, el sueño americano: la expansión de su imperio.

La novela está basada en un hecho real, revela que, tras el triunfo de los aliados en la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos de Norteamérica emprendió una gigantesca operación en la Antártida, denominada Highjump, con 5000 hombres (marinos, tropas de asalto, barcos, armamento, aviones y suministros), con la intención de expulsar las tropas alemanas, pertrechadas desde 1933 en su base militar y científica. Mediante esa operación EEUU estableció otra base militar, la *Little American IV*. Aquí empiezan las conjeturas basadas en datos verídicos. Felipe Botaya relata un diálogo del Secretario de la Marina, James Forrestal, con sus asistentes:

> También debo indicarles un segundo criterio que justifica nuestra pronta visita a la zona: uranio […] El uranio se encuentra de forma natural en una parte del subsuelo antártico y más concretamente en la zona de Neuschwabendland. Por las noticias de que disponemos, se trata de un material mi-

neral de altísima calidad. Alemania y sus científicos sabían lo que allí podía haber y no tuvieron dudas en apropiarse de ese territorio. Nos pueden llevar varios años de ventaja [...] Como se puede comprender, es fundamental que los Estados Unidos dispongamos de esas reservas y sobre todo porque el mundo camina inexorablemente hacia la energía atómica aplicada en todos los órdenes de la vida. El átomo es el futuro. No podemos depender de otros, ni que esa energía sea un problema o una amenaza para nosotros. Debemos controlarla en todo el mundo. Si hemos de usar la fuerza para ello y además eliminamos a un enemigo impopular en el camino, nuestra misión habrá sido la garantía para las nuevas generaciones de americanos que vendrán. (Botaya, 2006, pp. 107-108)

La novela no concluye si en realidad Alemania desistió de su interés por la Antártida, o si permanece ahí, de manera secreta y negociada. Hoy día, lo que sí se conoce, es que en el interior de la Antártida, hay tres fuertes bases militares custodiando sus riquezas naturales: *La McMurdo*, de Estados Unidos de Norteamérica; la base *Vostok*, de Rusia y la base *Concordia*, de Francia e Italia. Todo ello, pese a las prohibiciones del Tratado Antártico.

Eje problemático 3

¿Cuál es el verdadero interés científico en la Antártida?

Muchas veces la política obliga a la ciencia a pregonar verdades a medias. Se dice que el interés por la Antártida es científico: "es una región única para estudiar la evolución de las especies, las interacciones entre océano y atmósfera, el cambio climático o la química atmosférica del ozono [...] la historia del planeta está escrita en sus aguas y hemos de aprender a leerlas" (Rossi, 2013, p. 14). Además se destaca su papel de termostato del planeta y ser receptáculo de la mayor cantidad de hielo y la reserva de agua dulce más grande del globo.

Sin embargo, ahora ya estamos en condiciones de disentir sobre el verdadero interés. Existen muchas dudas acerca de las verdades científicas. Aquí sólo podemos señalar una de las incógnitas más grandes: ¿Es científico pensar que el Lago Vostok, de agua dulce y templada, con una vasta área de 12 500 km^2 (cuya existencia fue ratificada en 1996 por un radar ruso-francés-estadunidense), es capaz de sostener una enorme capa de hielo de 4 kilómetros de espesor?, ¿qué soporta la enorme masa de hielo?, ¿es posible cargar tanto peso?, ¿no se rompen las leyes de la Física?, ¿a esa profundidad cómo puede penetrar la energía solar a completar el ciclo del agua? y, entonces, si es de suponerse que la cubierta de hielo del Lago Vostok es superficial y se derrite durante el verano austral, ¿cuáles intereses se ocultan?

Hay otros argumentos "científicos" para evitar que la comunidad académica conozca las ambiciones reales en ese terreno "inhóspito". Pero si se comprobara que la superficie del lago se deshiela durante el verano, puede evidenciar su habitabilidad por seres humanos y animales en tiempos remotos. Eso destrozaría el argumento de virginidad de la Antártida, el santuario incólume. Así, le asistiría la razón a Allan Poe, para quien desde la era primitiva existían seres salvajes habitando el archipiélago antártico. De igual forma, se daría credibilidad a Lovecraft, Julio Verne y Felipe Botaya.

Eje problemático 4

¿La historia del continente comienza en el siglo XVIII?

En la historia oficial, la Antártida nunca ha sido habitada por seres humanos. Su descubrimiento se ubica hacia finales del siglo XVIII y principios del XIX, con las expediciones norteamericanas, inglesas y escocesas. La ciencia ficción pone en duda tal aseveración. Las excelsas narraciones de Allan Poe sobre tribus primitivas en el archipiélago antártico, testifican que tal vez, la Antártida fue poblada desde la comunidad primitiva. En el documental *Conspiración Antártida. Acceso prohibido*, se plantean dos cuestiones:

a) Durante la época dorada del impero otomano, específicamente en 1513, el almirante y cartógrafo Piri Reis dibujó un Atlas Náutico (denominado *El libro de las materias marinas*) y un Mapamundi (descubierto en 1929 y conservado en el Palacio Topkadi en Estambul), donde se describen los contornos de América y en su polo sur se dibuja algo muy parecido a la Antártida. Estos mapas medievales eran celosamente resguardados por grupos de poder y organizaciones secretas.
b) La idea sobre la existencia de una tierra austral tiene su origen en los griegos, quienes concebían al universo como la unión de los opuestos. Si había una tierra ártica, existía entonces la antípoda, la tierra antártica.

El investigador Antonio Calvo, confirma la idea de los griegos de que la tierra era una esfera y, por simetría, debería existir otra tierra más al sur, la *Terra Australis*. Al extremo, que compensaría las del norte conocidas como *Árktikos*, se le denominó *Antártiko*. Para Claudio Ptolomeo, último gran científico de la antigüedad, el continente austral era necesario para mantener el equilibrio geo-dinámico de la tierra. No obstante de la seriedad de estas teorías, el continente austral, dejó de existir por más de mil años (Calvo, 2003).

¿Cuál es el interés de negar la otra historia? Por un lado, reafirmar la supremacía de la versión occidental de la historia, por otro, clamar al mundo la virginidad de la Antártida, que es estrictamente necesario mantener, porque sirve para indagar el origen del planeta tierra y regular su clima global.

Eje problemático 5

El continente Antártico ¿desconocido, blanco, inhóspito, inexplorado?

Según la historia oficial mundial, el continente antártico tendría esas características y nada más. Pero la ficción científica vislumbrada en este trabajo, induce a conjeturar sobre lo opuesto. Por ejemplo, en *Las aventuras de Arthur Gordon Pym*, escritas en 1838, Edgar Allan Poe narra el encuentro de su protagonista con tribus salvajes en el archipiélago antártico:

> En las cuatro canoas, que medirían unos cincuenta pies de largo por cinco de ancho, había un total de ciento diez salvajes. Tenían, aproximadamente, la estatura de los europeos, pero más gruesos y musculosos. Su tez era negra mate; sus cabellos largos, espesos y lanudos. Estaban vestidos con la piel de un animal desconocido, de pelo sedoso, y bien ajustado al cuerpo. Sus armas constituían sobre todo, en palos de madera negra y, al parecer, muy pesada; algunas llevaban picas. El fondo de las canoas estaba cargado de piedras negras del grueso de un huevo. (Poe, 2014, p. 402)

Si nos casamos con la idea que la Antártida es un terreno agreste, la existencia de tribus salvajes en el archipiélago puede ser una fantasía narrativa muy bien lograda por Allan Poe. No obstante, por simetría histórica, podemos pensar en su verosimilitud. Si en la guerra civil norteamericana, los "blancos" exterminaron a sus indígenas coterráneos, no es descabellado pensar que la historia se haya repetido. El mundo está lleno y harto de esos acontecimientos. ¿Qué pasó con los mexicanos?

Julio Verne, autor primigenio de ciencia ficción, en *La esfinge de hielo* da cuenta de los ingentes conocimientos científicos y geográficos sobre el continente antártico desde 1840. Narra el fracaso de Gordon Pym de penetrar al continente antártico, por el ala sureste. Las brumas que reducían el espacio visual, la furia de las olas, los témpanos flotantes, las tempestades de nieve eléctrica, eran detonantes de casi todas las debacles navales. Pero había una fuerza mayor, cuenta el autor: la embarcación de Pym se estrelló contra un macizo montañoso (la mismísima personificación de la Esfinge Egipcia), actualmente llamado por la ciencia polo magnético, el cual desprendía fluidos imponderables y tenía poderes enormes de atracción, semejantes a un imán gigantesco. Dejemos al propio Verne exponer su fundamentación científica:

La explicación de aquel fenómeno, me parecía que podía ser la siguiente. Los vientos alisios llevan constantemente hacia los extremos del eje terrestre nubes o brumas en las cuales se almacena gran cantidad de electricidad, que las temperaturas no agotan totalmente. Por esto afluye esta formidable acumulación de fluido en los Polos, que se extiende luego por la tierra de manera permanente. Esta es la causa de las auroras boreales y australes cuyas luminosas magnificencias irradian hasta más allá del horizonte, sobre todo durante las largas noches polares, y que son visibles hasta en las zonas templadas, cuando llegan al máximo de acumulación. (Verne, 1988, p.147)

En la explicación de Verne coexiste la quimera y el conocimiento científico. En el primer aspecto, es poco creíble que el polo magnético fuese tan poderoso como para arrastrar la embarcación de Gordon Phyn, simplemente porque una guitarra que iba en la embarcación, estaba hecha de metales. En cuanto al segundo aspecto, hoy la ciencia enarbola dos explicaciones convincentes: por un lado, en ese lugar existen perturbaciones magnéticas y gravitacionales que bloquean el funcionamiento de radares satelitales, telefonía celular, transmisiones de radio y televisión así como cualquier aparato eléctrico; por otro lado, las adversas condiciones climatológicas, aunadas a esas perturbaciones, conducían a las embarcaciones a "perder la brújula", y con ello, a la zozobra.

En la novela *Las montañas de la locura,* escrita en 1931, Lovecraft pone en tela de juicio el supuesto desconocimiento e inhospitalidad de la Antártida. "Se sabe que continente antártico fue en un tiempo templado y hasta tropical, con una abundante vida vegetal y animal, de la que los líquenes, la fauna marina, los arácnidos y los pingüinos de la zona norte son los únicos supervivientes" (Lovecraft, 2014, p. 1426). Asimismo, el autor continua diciendo que desde hace muchos años se sabía también de la existencia de rocas fosilíferas superiores, hallazgos cruciales para conocer la historia primitiva del planeta tierra.

Con pormenores verosímiles y amplios conocimientos geográficos, el autor relata cómo los expedicionarios, después de desembarcar en la Isla de Ross (lugar pisado por Scott y Shackleton, Amundsen, Scott y Byrd, en sus anteriores exploraciones), montaron un campamento provisional al pie del Monte Erubus (Lovecraft, 2014, p. 1426). Esta aseveración es la antítesis de la supuesta inhospitalidad del suelo polar antártico, pregonada en la historia oficialista. La descripción de los equipos de investigación, da cuenta también de todos los conocimientos acumulados y del tamaño de los descubrimientos anhelados.

Llevamos a tierra nuestras excavadoras, los perros, los trineos, las tiendas, las provisiones, los tanques de gasolina, los equipos experimentales para fundir el hielo, las cámaras fotográficas comunes y aéreas, las piezas de los aeroplanos y otros accesorios que incluían tres transmisores de radio portátiles. El transmisor del barco enviaría comunicados a la estación del Arkham Advertiser instalada en Kingsport Head, Massachusetts. (Lovecraft, 2014, p. 429)

En el vídeo *Conspiración Antártida. Acceso prohibido,* se afirma que las narraciones de Lovecraft se sustentaban en hechos reales, acaecidos durante las expediciones capitaneados por Byrd, en el lustro transcurrido entre 1830 y 1835. Esto acrecienta la certeza de sus escritos y evidencia los profundos conocimientos norteamericanos sobre el continente. El hallazgo más importante, contados por el autor, es el extenso sistema de cavernas, encontrado en el estrecho *McMurdo*, por los expedicionarios de Byrd:

Pero lo más importante era la abundancia de conchas y huesos que en algunos lugares casi cerraban el paso. El depósito contenía más representantes de los períodos cretáceo y eoceno (procedentes de las junglas desconocidas, de los helechos arbóreos y hongos mesozoicos, bosques de cicadáceas, palmeras y angiospermas terciarias) que los que el más hábil de los paleontólogos pudiera reunir o clasificar en un año. Moluscos, armaduras de crustáceos, pescados, anfibios, reptiles, pájaros y mamíferos primitivos […], grandes y pequeños, conocidos y desconocidos. (Lovecraft, 2014, pp. 437-438)

Epílogo

Con los anteriores elementos, es posible comenzar a hacer estudios de prospectiva para la Antártida. Debemos pensar en su futuro, discutir si ya está definitivamente marcado por intereses bélico-militares y económicos, o si eso es falso y existen otras posibilidades netamente científicas. Necesitamos conocer sus aspectos biológicos, geográficos, físicos y químicos, cuanto también sus aspectos históricos, sociales y geopolíticos. Es fundamental analizar las obras de literatura futurista, porque sirven para encontrar datos soslayados en documentos clasificados.

Esperamos que la estrategia aquí presentada sirva para animar a realizar investigación multidisciplinaria de este apasionante tema. Enseñemos a nuestros a alumnos a estudiar nuestras disciplinas experimentales, pero en relación con otras, aparentemente inconexas. En los bachilleratos de la UNAM y del país las condiciones del currículum están dadas, sólo hay que establecer las alianzas académicas correspondientes.

Referencias

Arrebola, S., y Jacobs, S. (2015). *Antártida: descubriendo el último continente*. Buenos Aires: Sudpol.

Bermúdez, E. (2014). Prólogo. En Poe, E. *Narraciones extraordinarias. Aventuras de Arturo Gordon Pym. El Cuervo*. México: Porrúa.

Bolívar, J. (2013). *La sonrisa del átomo y otras historias científicas sobre el Universo.* Córdoba: Almuzara.

Botaya, F. (2006). *La Antártida 1947. La guerra que nunca existió.* Madrid: Nowtilus.

Calvo, A. (1993). *La Antártida. Catedral del hielo.* México: McGraw-Hill.

Calvo, A. (2003). La Antártida, ese rincón perdido. *Revista Ciencias*, (Enero-marzo de 2003).

Lovecraft, H. (2014). En las montañas de la locura. En *Autores Selectos*. México: Grupo Editorial Tomo.

Poe, E. (2014). Narraciones *Extraordinarias. Aventuras de Arturo Gordon Pym. El Cuervo*. México: Porrúa.

Rossi, S. (2013). *Un viaje a la Antártida. Un científico en el Continente olvidado.* Barcelona: Tusquets Editores.

Verne, J. (1988). *La esfinge de hielo*. México: Limusa.

Videografía

Sturridge, C. (Director). (2002). *Shackleton: la Odisea de la Antártida* [Película]. Reino Unido.

Conspiración *Antártida. Acceso prohibido* [Documental]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=CPL52jgAFZ8