

VOL 13 • NÚM 1 • ENERO - JULIO 2018 • e-ISSN: 2346-4712

GÓNDOLA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS



VOL 13 • NÚM 1
ENERO-JULIO DE 2018



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Revista Góndola
Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias
Volumen 13-Número 1
enero-junio de 2018

Revista semestral del
Grupo de Enseñanza y Aprendizaje de la Física
Facultad de Ciencias y Educación
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

e-ISSN 2346-4712

Dirección de revistas científicas

Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico
Fernando Piraquive

Corrección de estilo

Fernando Carretero

Diseño y diagramación

David Mauricio Valero

Fotografía portada

Crédito: Diego Vizcaino



**Revista Góndola, Enseñanza y
Aprendizaje de las Ciencias**

EQUIPO EDITORIAL

Dra. Olga Lucía Castiblanco Abril
*Universidad Distrital Francisco José de Caldas,
Colombia*
Editor en Jefe

Dr. Diego Fabian Vizcaino
Colombia
Editor de Contenidos

Juliana Monroy Ortiz
Asistente editorial

COMITÉ CIENTÍFICO/EDITORIAL

Dr. Alvaro Chrispino
*Centro Federal de Educação Tecnológica Celso
Suckow da Fonseca, Brasil*

Dr. Antonio García Carmona
Universidad de Sevilla, España

Dr. Eder Pires de Camargo
*Universidade Estadual Paulista Julio de
Mesquita Filho, Brasil*

Dr. Edwin Germán García Arteaga
Universidad del Valle, Colombia

Dr. Roberto Nardi
*Universidade Estadual Paulista Julio de
Mesquita Filho, Brasil*

Dra. Silvia Stipchic
*Universidad Nacional del Centro de la
Provincia de Buenos Aires, Argentina*

COMITÉ EVALUADOR

Mg. Susan Bruna Carneiro Aragão
Universidade de São Paulo

Dr. Carlos Bocanegra
Universidad Nacional de Trujillo

Dr. Elías Francisco Amórtegui Cedeño
Universidad Surcolombiana

Dr. Carlos Laura Quispe
Concytec

Dr. Hylio Laganá Fernandes
Universidade Federal de São Carlos

Dr. Adriano Viera de Carvalho
Secretaria Estadual de Educação de São Paulo

Dr. Sergio Kussuda, São Paulo
Universidade de São Paulo

Dra. Mayara Lustosa de Oliveira
Universidade Estadual de Campinas

Dr. Antonio García-Carmona
Universidad de Sevilla

Dra. Zully Cuellar Lopez
Universidad Surcolombiana

Dra. Liz Mayoly Albarracin
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Dra. Lúcia Sasseron
Universidade de São Paulo

Mg. Jeisson Martin Calvo
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Dr. César Hernández Suárez
Universidade Distrital Francisco José de Caldas

Dra. Elena Ruiz Ledesma
Instituto Politécnico Nacional de México

Dr. João Carlos Krause
*Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai
e das Missões*

Dra. Gislaine Fagnani
Universidade Estadual de Campinas



Contenido

EDITORIAL

- Enseñanza de las ciencias naturales estructurada en torno a “competencias”: ¿qué hay de nuevo? 5
Agustín Adúriz-Bravo

HISTORIAS DE VIDA

- Entrevista a Antonio García-Carmona 7
Olga Castiblanco

ARTÍCULOS

- Modelagem e história da ciência: uma abordagem pedagógica para a estrutura atômica no 9º ano do ensino fundamental 14
Modeling and the history of science: a pedagogical approach to the atomic structure in the 9th grade of elementary school
Modelación e historia de la ciencia: una perspectiva pedagógica para la estructura atómica en noveno grado de educación básica
Lucas Pereira Gandra, Geilson Rodrigues da Silva
- Diseño y aplicación de un cuestionario sobre la práctica docente del profesorado de matemáticas en ingeniería y ciencias 33
Design and application of a questionnaire on teaching practice of math teachers in science and engineering
Planejamento e aplicação de um questionário sobre a prática docente do professorado de matemáticas em engenharia e ciencias
Martha Elena Aguiar Barrera, Humberto Gutiérrez Pulido, Porfirio Gutiérrez González
- As representações do corpo humano nos livros didáticos de ciências 55
Human body representations in didactic books of science
Representaciones del cuerpo humano en libros de texto de ciencias
Emerson de Lima Soares, Cátia Silene Carrazoni Lopes Viçosa, Edward Frederico Castro Pessano, Vanderlei Folmer
- Uma análise do tema interdisciplinaridade nas principais revistas brasileiras de ensino de ciências 73
An analysis of the interdisciplinarity theme in the main brazilian journals on science education
Un análisis del tema de la interdisciplinariedad en las principales revistas brasilera de enseñanza de las ciencias
Guilherme do Amaral Carneiro, Carlos Roberto Cardoso Ferreira, Fernanda Cristina Pansera, Rian Stenico Beduschi
- Entornos virtuales para el aprendizaje: una mirada desde la teoría de los campos conceptuales 86
Virtual learning environments: a view from the theory of conceptual fields
Entornos virtuais para a aprendizagem: uma mirada desde a teoria dos campos conceituais
Iralí Araque, Lissette Montilla, Ramón Meleán, Xiomara Arrieta



Contenido

Desarrollo del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido de la química, de profesores en formación a través de la reflexión de los PaP-eRs y videos 101
Development of technological and pedagogical content knowledge of the chemistry by teachers in training through the reflection of PaP-eRs and videos
Desenvolvimento do conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo da química, de professores em formação através da reflexão dos PaP-eRs e vídeos
Boris Fernando Candela

Formação de professores em nível médio: um estudo de caso sobre o ensino de ciências 120
Education teachers at middle level: a case study on science teaching
Formación de profesores de educación media: un estudio de caso sobre la enseñanza de las ciencias
Sofía Neumann, Dulce Maria Strieder

La teoría de los conjuntos-T y la prueba PISA 133
The theory of conjuntos-t and the pisa test
A teoria dos conjuntos-t e a prova pisa
Ricardo J. De Armas, David Macías M., Ricardo A. Bernal B.

A engenharia didática para o ensino de olimpíadas de matemática: situações olímpicas com o amparo do software geogebra 141
The didactic engineering for the math olympics teaching: olympic situations with geogebra's support
La ingeniería didáctica para la enseñanza de olimpiadas de matemáticas: situaciones olímpicas basadas en el software geogebra
Ana Paula Rodrigues Alves Santos, Francisco Régis Vieira Alves

RESEÑAS

Martínez, L.; Parga, D. y Garzón, I. (2015). *Formación de profesores y cuestiones sociocientíficas: experiencias y desafíos en la interfaz universidad-escuela.* 155
Diana Fabiola Moreno Sierra

MEMORIAS DE EVENTO

XX Semana de la enseñanza de la física 158



EDITORIAL

Enseñanza de las ciencias naturales estructurada en torno a “competencias”: ¿qué hay de nuevo?

Agustín Adúriz-Bravo*

La noción teórica de *competencia*, actualmente muy referenciada en el ámbito de la educación científica en diversos países, encierra grandes oportunidades y, a la vez, grandes desafíos. Los especialistas en educación nos advierten que el discurso competencial se está instalando en el delicado borde entre un bienvenido movimiento de reforma curricular a fondo y una nueva oleada de jerga pedagógica sin sustancia que viene a *barnizar* las prácticas instaladas.

Parte de la inquietud que suscitan las competencias en Latinoamérica proviene de los orígenes economicistas del concepto, con una carga ideológica y política que no deberíamos desconocer. La posibilidad de que llegue a ser un genuino salto adelante en las prácticas de aula depende, a mi juicio, de resignificar este constructo desde la perspectiva de una educación democrática, con calidad y equidad, y luego usarlo para revisar a fondo los currículos, la enseñanza, la evaluación y la formación del profesorado de ciencias naturales a inicios del siglo XXI.

La idea de *competencia científica* surgió hace unas tres décadas en un intento por *reorientar* una educación formal que parecía quedarse cada vez más lejos de la vida real. En ese momento, la idea se asimila a un conjunto de capacidades basadas en conocimientos, experiencias y valores; se reconoce su carácter *transversal* y se la dirige a preparar a los sujetos para el mundo del trabajo, para el desempeño profesional y para el ejercicio de ciudadanía. A mi entender, este acercamiento fundacional a las competencias corre el peligro de desvincularlas de los modos disciplinares específicos de comprender el mundo (en nuestro caso, las ciencias naturales). Entonces, una definición de competencia científica *anclada en contenidos* sería lo que llamo el *modelo de las tres ces (3C)*, en el cual se entiende por *competencia científica escolar* cualquier capacidad de orden superior para hacer algo sobre un contenido científico determinado dentro de un contexto de actuación significativo.

Mi hipótesis de trabajo es que las competencias científicas más valiosas desde el punto de vista educativo giran en torno al uso de *modelos teóricos* y son *cognitivo lingüísticas* (es decir, de carácter híbrido cognitivo y discursivo). Competencias de este estilo, como explicar o argumentar a partir de modelos, podrían ayudarnos a conseguir los ambiciosos objetivos hoy proclamados para la educación científica: que las personas incorporen significativamente un cuerpo de modelos científicos que son legado cultural, intervengan transformadoramente sobre algunos fenómenos del mundo usando esos modelos, compartan una serie de actitudes y valores asociados a los modelos e intervenciones, y generen una comprensión crítica de la actividad científica, sus alcances y límites.

* CONICET/GEHyD-Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales, CeFIEC-Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar

La educación científica actual implicaría, por tanto, saber *de* ciencia y saber *sobre* ciencia. Si aceptamos este punto de partida, reconocemos en seguida la necesidad de incluir, en los currículos de ciencias naturales, tanto competencias científicas como metacientíficas (es decir, de reflexión sobre la ciencia). Desde la perspectiva competencial, lo que más interesaría en la educación científica es generar en el estudiantado la capacidad para dar sentido a la realidad mediante ideas abstractas y robustas que a su vez tengan sentido para ellos. Tales ideas, junto con los lenguajes con que se expresan, las *reglas de juego* que proponen para moverse en el mundo, y las finalidades y valores humanos que les dan sentido, constituirían el corazón de la noción de competencia científica, *junto con la reflexión explícita sobre la ciencia*.

Ahora bien, la comunidad de didáctica de las ciencias se ha preguntado sobre cuáles serían las competencias ineludibles de enseñar en el contexto de la educación científica obligatoria, y a partir de ello se ha generado una diversidad de respuestas a esta pregunta. Estas últimas se sitúan en un continuo con dos extremos muy reconocibles: unas competencias que son *propias y características* de las ciencias naturales y distinguen estas disciplinas del sentido común y del resto de las actividades humanas, o unas competencias *genéricas y ciudadanas*, en el cual las ciencias naturales serían nada más un instrumento o un contexto como cualquier otro.

Como *tercera vía* entre estas dos posiciones, me parece que es posible definir unas competencias (meta) científicas *paradigmáticas o epitómicas (ejemplares)* identificando aquello que en las ciencias naturales *eruditas* es esencial e irreducible desde el punto de vista epistemológico. En mi opinión, se trataría de ver cuáles competencias científicas escolares satisfacen, a la vez, dos requerimientos: recuperan lo más central y fructífero de la actividad científica y, al dominarse, nos permiten vislumbrar la naturaleza profunda de tal actividad. En algunos de mis escritos he tratado de sostener que competencias formuladas en torno a las capacidades de argumentar, trabajar con analogías y metáforas, y establecer inferencias ampliativas (en especial, abductivas) pueden cumplir esas dos condiciones. Capacidades como esas, desplegadas en contextos sociocientíficos cuidadosamente seleccionados y poniendo en acción conocimientos teóricos vertebrales de las ciencias naturales, fomentarían en el estudiantado la participación ciudadana, la toma de decisiones informadas, el juicio crítico y la lectura no ingenua de los medios de comunicación masivos.

Así, los estudiantes serán auténticamente *competentes* cuando puedan operar no solo en situaciones escolares, sino también en una variedad de condiciones inéditas, evidenciando la aplicabilidad autónoma de las competencias aprendidas. Dicho esto, no acuerdo con la idea de que sostener la generalización de la actuación solvente como meta de la educación implique defender la enseñanza de capacidades *vacías* de finalidades científicas reconocibles, que sugieran contenidos y contextos para trabajarlas. O que, en el extremo contrario, sea necesario adherir a una visión *ultraespecífica* de las competencias que reduzca toda la educación científica a la cuestión técnica de conseguir desempeño *eficiente*, descargado de creatividad, visión crítica, valores y emociones.



ENTREVISTA A ANTONIO GARCÍA-CARMONA

Olga Castiblanco



Foto: Dr. Antonio García-Carmona

Antonio García-Carmona: licenciado en Ciencias Físicas y Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Ha sido profesor de ciencias (Física y Química, Tecnología y Matemáticas) en educación secundaria durante 11 años. Actualmente es profesor titular de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Sevilla (España). Lleva casi dos décadas dedicado a la investigación en esta disciplina.

Olga Castiblanco: licenciada en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia), magíster en Docencia de la Física de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia), doctora en Educación para la Ciencia de la UNESP (Brasil). Actualmente es docente e investigadora de la UDFJC en el área de Didáctica de la Física.



Atribucion, no comercial, sin derivados

Olga Castiblanco (OC): Agradecemos al profesor Antonio por compartir con nosotros algunas de sus percepciones sobre la enseñanza de las ciencias y la formación de profesores en esta área.

Antonio García-Carmona (AGC): Gracias, para mí es un placer que hayáis estimado hacerme esta entrevista.

OC: Profesor Antonio, en primer lugar, nos gustaría que nos contara de manera breve cómo ha sido su recorrido académico y cómo llegó a la investigación en enseñanza de las ciencias.

AGC: Bueno, es una trayectoria que ya puedo considerar larga, de casi 20 años... Soy físico; me licencié en física, pero desde el primer momento ya quería ser profesor de física; y todo lo canalizaba a ser profesor, a pesar de que en España no hay una formación universitaria específica de profesor de física para educación secundaria. Tú haces una licenciatura en una carrera determinada, en este caso científica, y luego un curso de preparación pedagógica (en mi época se denominaba CAP –Curso de Aptitud Pedagógica–; en la actualidad, existe un máster de posgrado que dura un curso académico). Después, si tienes oportunidad, pasas a trabajar en la enseñanza. Entonces, mi camino fue ese, el de terminar la carrera e inmediatamente ponerme a dar clases. Fui profesor de física y química, tecnología y matemáticas durante 11 años en dicha etapa, y desde el primer momento ya tenía una inquietud muy grande por hacer innovaciones y por analizar mi práctica docente para mejorarla. De hecho, mi tesis doctoral, y gran parte de mi investigación didáctica, se ha fraguado en esta etapa de profesor de secundaria. Y, bueno, surge desde ahí esa inquietud; y ya empiezo a colaborar con gente de la universidad. Porque hice mi tesis doctoral, pero seguí en el centro educativo de secundaria algunos años más, hasta que llegó la oportunidad de ganar una plaza en la Universidad de Sevilla. Ahora, lidero un grupo de investigación en esta universidad, soy investigador principal de un proyecto de investigación

didáctica, etc. En general, estoy implicado en muchas actividades de investigación y docencia. Ese es mi recorrido, así contado muy rápido.

Quisiera añadir que mi tesis doctoral fue en didáctica de la física. La hice con la idea de buscar conexiones entre física y tecnología; concretamente sobre didáctica de la física de semiconductores. El propósito era abordar, dentro de la educación científica básica, cuestiones de electrónica física integrando tanto la perspectiva fisicoquímica como la tecnológica; y por ahí salió un trabajo pionero e interesante. Todavía creo que sigue siendo pionero, porque hay mucha tela que cortar al respecto. Hay algunos trabajos que han atendido esta línea en otros países; pero, aquí en el mío no.

OC: ¿En qué está trabajando actualmente? ¿Cuáles son sus proyecciones de construcción de nuevos conocimientos?

AGC: Como le acabo de decir, he tenido una época de más de una década centrada específicamente en la educación secundaria, entonces me ha interesado mucho el aprendizaje de los alumnos de esta etapa. Luego, mi interés se dirigió a la formación de profesores de ciencias de secundaria, aunque ahora me ocupo también de la formación de profesorado de otras etapas educativas. Las líneas en las que trabajo ahora básicamente son dos; aunque hago incursiones en algunas más porque me gusta siempre estar por todos los sitios (risas); porque creo que me enriquece. Una línea es la atención al aprendizaje de la ciencia por indagación en la formación del profesorado, es decir, la preocupación por que el profesorado pueda enseñar a su alumnado a aprender indagando. Eso requiere que los futuros profesores aprendan primero a indagar; este ha sido un proyecto que estamos terminando y que ahora pretendemos conectar con otro nuevo. Y otra línea importante es sobre la comprensión de la naturaleza de la ciencia como componente esencial de la alfabetización científica básica. Ahí, también, abarcamos diferentes etapas; tratamos la cuestión con alumnos de secundaria y bachillerato, así como

con el futuro profesorado de ciencias de primaria y secundaria. Creemos que la comprensión de nociones básicas sobre la naturaleza de la ciencia tiene que estar presente en todas esas etapas porque, eh, hay pocos informes educativos que no establezcan... (en mayor o menor medida, o de manera más o menos explícita, claro) que la comprensión de qué es la ciencia y cómo se construye debe ser un elemento básico de la alfabetización científica.

OC: A raíz de ese conocimiento que ha construido sobre la relación entre ciencia y tecnología, ¿qué luces nos arroja para la formación de profesores? ¿Como podríamos enriquecer los currículos de formación de profesores basados en esa relación ciencia-tecnología?

AGC: Esa es una cuestión complicada, desde un punto de vista no solo didáctico, sino también administrativo. Lo veo también con la relación entre matemáticas y física. Hay una serie de relaciones que son muy obvias desde una perspectiva teórica y didáctica, pero que luego en la práctica cuesta mucho trabajo materializar, por varias razones, en mi opinión. Una razón está en el propio sistema educativo. No sé cómo es allí en Colombia, pero en España hay una especialidad de profesorado que es de tecnología, hay otra especialidad de física y química, otra de matemáticas..., cuyos currículos no están muy bien relacionados; a veces hay incluso solapamientos de contenidos, y es difícil establecer conexiones cuando el profesorado que imparte esas materias es diferente. En mi caso, tuve la suerte de ser profesor de tecnología y de física y química, y pude hacer relaciones; pero entiendo que el profesor de tecnología, pues... pasa a lo mejor de puntillas por la física y la química, y al contrario también. Veo que hay poca construcción de artefactos en las clases de física y química; quizás muchas tareas de lápiz y papel, y algunas prácticas de laboratorio. Luego, desde el punto de vista didáctico, ahí tenemos una cuestión interesante, y es que no existe un campo específico y reconocido de didáctica de la tecnología, sino que la tenemos integrada en la

didáctica de las ciencias experimentales; y en mi opinión, bastante descuidada.

OC: Y, además, desde diferentes perspectivas, porque a veces se entiende como instrumentación, o a veces como informática..., se asume que si el futuro profesor maneja unos instrumentos o algunos programas de computador, ya sabe todo sobre la didáctica de la tecnología.

AGC: Sí, claro, efectivamente, aquí se confunde mucho eso también. Yo tengo mucho enfado con ello, porque la tecnología en el ámbito educativo se reduce a las TIC, lo cual solo es verdad en parte. Considero que conseguir una relación adecuada de la ciencia con la tecnología pasa primero por tener claras sus diferencias.

OC: Exacto.

AGC: Porque cada una tiene su identidad. Tengo la suerte de trabajar con mi amigo y experto José Antonio Acevedo, con quien comparto estas reflexiones. Hablamos de la naturaleza de la tecnología, que muchas veces no se distingue de la ciencia, pero obviamente tiene su propia identidad. Ambas se retroalimentan, se coabastecen, pero es bueno tener claro que cada una tiene su propia naturaleza. A partir de ahí, creo que se puede construir mejor la relación entre ambas. No sé en otros sitios, pero aquí en España se está muy lejos de esto; cuando se establecen los currículos oficiales se va muy por detrás de lo establecido por la investigación didáctica; y ese es el problema en el que nos encontramos. Y al final, para el profesorado corriente, que no se dedica a la investigación didáctica, pues... su referente es el currículo oficial... ¿Cómo se puede solucionar? Creo que es complicado, porque ello requiere de un cambio profundo en la formación del profesorado, y un cambio de enfoque de las propias áreas de conocimiento curricular. Es que se habla hoy de científico-tecnológico así... como para abarcar muchas cosas, pero luego ¡es un desastre!

OC: Sí, porque eso en la práctica no es tan simple hacerlo viable.

AGC: Así es. ¡Y yo no tengo la solución! (risas)

OC: Es interesante ver que, al parecer, tenemos los mismos problemas y preguntas. Porque en nuestro contexto también hay personas que reflexionamos sobre este tema, para quienes está claro que formar el pensamiento para el uso y diseño de la tecnología es mucho más que entrenar en el uso de herramientas. Y otros que la entienden desde perspectivas más prácticas o eficientes, si se quiere; inclusive entre académicos y estudiantes, y además está el problema que usted menciona sobre los recursos y la logística que esto requiere.

AGC: Sí. Mira, esto lo resolvía de una manera muy modesta, pero en la línea de la concepción que tengo. Cuando yo impartía clases en secundaria, planteaba a mis alumnos algunos problemas que tuvieran solución, pero que supusieran un desafío para ellos e implicara la construcción de algún artefacto. Uno de los que les planteé era cómo podríamos ver algo a través de un objeto opaco y tal, que requiere la construcción de un doble periscopio. Es un problema relativamente sencillo, que demanda el manejo de conocimientos científicos y matemáticos elementales para obtener el producto tecnológico; porque se deben manejar nociones básicas de óptica, de trigonometría. Luego había que llevarlo a la práctica, es decir, conseguir técnicamente los 45° que eran necesarios en la disposición de los espejos para la reflexión buscada de la luz, hacer ajustes, ver cómo tomaba forma de artefacto, etc. Ahí, los alumnos veían que se conectaban, al menos, tres materias (física, matemáticas y tecnología), esa era la manera como lo planteaba a mis alumnos. Haciendo un paréntesis en esta conversación, será por mi origen de profesor de ciencias en secundaria, la investigación didáctica que más me interesa es la que se hace desde y para el aula; porque en la didáctica de las ciencias hacen falta reflexiones (yo también las hago), pero se hacen normalmente

desde fuera y ello ayuda poco a reducir la brecha entre investigación y práctica docente. Al final, lo que el profesorado necesita son planteamientos y ejemplos concretos, cosas plausibles; porque, claro, nos podemos poner a teorizar sobre la relación entre ciencia y tecnología que hemos comentado y tal, pero luego el profesorado de a pie que está allí en su aula viéndonos dice: “Pero, bueno, ¿y esto?”.

OC: ¿Qué significa en el aula?

AGC: Sí, que al final estas cuestiones didácticas tienen que dar lugar a propuestas concretas y muy básicas para su fácil implementación en el aula por parte del profesorado que, posiblemente, no se dedique a la investigación didáctica. Por supuesto, deben estar fundamentadas en esa teoría o planteamientos teóricos, que te llevan a hacerlo de una manera o de otra, pero luego está el recorrido que hace ese planteamiento en el aula y valorar su efectividad. Eso me preocupa mucho como investigador.

OC: A propósito del trabajo en el aula, quisiéramos saber a partir de todos los estudios que ha realizado sobre naturaleza de la ciencia, ¿qué ha encontrado en relación al impacto que tiene una determinada concepción sobre naturaleza de la ciencia por parte de algún profesor(a) en su propio ejercicio docente, en el modo como actúa y enseña? ¿Está directamente relacionado?

AGC: Creo que sí, de algún modo. Nosotros tenemos unos principios pedagógicos claros con respecto a la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. Por ejemplo, si los científicos trabajan en grupo y discuten sus ideas, nos parece lógico que lo hagan también los alumnos en clase mientras aprenden de y sobre la ciencia; si el error forma parte del día a día de los científicos y estos aprenden de los errores, ¿por qué no vamos a promover y enriquecer entre los alumnos la idea del error como una oportunidad para aprender?, etc. Entonces, partimos de esa idea. Por tanto, contestando a su pregunta, creo que sí tiene que ver; porque lo contrario me lleva a pensar

en esa enseñanza de la ciencia absoluta, cerrada, sin discusión. ¡Las leyes de Newton son así!, ¡este problema se resuelve así, donde hay una solución siempre!; y bueno, surgen todos los mitos que ya conocemos sobre la ciencia, y que se siguen perpetuando en el aula. La visión que tiene el profesor de cómo se construye la ciencia suele plasmarla, de alguna manera, en su quehacer docente diario; aunque es cierto que hay algunos estudios que señalan que incluso teniendo el profesorado una idea bastante razonable de la naturaleza de la ciencia, luego en el aula no enseña sobre esta o acorde con ella (existen numerosas razones de esto y hace falta más investigación al respecto).. Pero de lo que sí estoy convencido, desde luego, es de que si no tienes una idea informada sobre la naturaleza de la ciencia, posiblemente no vas a proyectar una ciencia escolar que se parezca al modo en que trabajan los científicos y, por tanto, se construye la ciencia.

OC: Estoy de acuerdo. Veo que muchos profesores son inconscientes de su visión de naturaleza de la ciencia, es decir, hay muchos que imaginan una ciencia, pero imaginan que para enseñarla debe ser muy distinto, por decir algo que deben empezar por presentar los resultados y no por propiciar una construcción para llegar a un resultado...

AGC: Sí; es lo que le decía. De paso, voy haciendo publicidad del libro que acabamos de publicar con la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), y que va a estar en abierto, con los resultados y conclusiones de un proyecto de investigación sobre la enseñanza de la naturaleza de la ciencia en secundaria y en la formación inicial de profesorado de ciencias, usando la historia de la ciencia. Allí exponemos todo nuestro posicionamiento y fundamentación teórica al respecto. Decimos que hay que prestar atención, desde la reflexión, tanto al proceso de construcción como al producto final de la ciencia. Además, en el proceso de construcción surgen aspectos tanto epistémicos como no epistémicos sobre los que resulta interesante reflexionar para comprender cómo funciona la ciencia. Es

verdad que un científico puede ser excelente, hacer una investigación genial y no tener una visión de conjunto y adecuada de cómo es la naturaleza la ciencia, porque posiblemente no se haya puesto nunca a reflexionar sobre ello. Pero, entonces, ¿por qué tenemos que llegar más allá desde la educación científica? Pues... porque una visión informada de qué es y cómo se construye la ciencia nos va a hacer mejores ciudadanos ante problemáticas científicas y sociocientíficas que nos atañen. Ponemos un ejemplo muy claro en nuestro libro: los creacionistas argumentan que la teoría de la evolución no ha alcanzado el rango de ley y, por tanto, todavía no es creíble (risas); pero sabemos que las teorías no se convierten en leyes, porque son conocimientos ontológicamente distintos. Es solo un ejemplo de adónde queremos llegar. Hay estudios como los de Hodson y colegas, que han trabajado esto con científicos de élite y reconocen que ellos no han reflexionado sobre estas cuestiones. Lo que pasa es que nos metemos en el aula para educar en y desde la ciencia escolar, entonces sí tenemos la necesidad de abordar estas cuestiones.

OC: Y se omiten los errores, los tropiezos.

AGC: ¡Claro! Es la parte que humaniza la ciencia, y es esencial conocerlos para entender cómo es su naturaleza. Pero se está omitiendo en la mayoría de los planteamientos curriculares para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia; incluso, dentro del ámbito de la didáctica de las ciencias. El posicionamiento que se ha impuesto durante los últimos años es el que plantea Lederman y sus colegas, que ponen el foco en el producto de la ciencia y en algunos aspectos epistémicos de la indagación científica. Pero, cuando se está construyendo el conocimiento científico, ¿qué pasa entre los científicos?, ¿cómo son sus relaciones profesionales y personales, etc.? Hay muchos aspectos que tienen que ver con lo no epistémico. Conocer lo que sucede entre los científicos mientras hacen ciencia es importante porque, entre otras cosas, nos puede inspirar a la hora de plantear nuestras clases de ciencia. No les

podemos hacer creer a los alumnos que la ciencia es una cosa que cuesta esfuerzo; que los científicos discuten, que se equivocan, etc., pero luego no abordamos eso y les decimos: "¡Mañana tienes que estudiar esto y en el examen entra esto!; y si te equivocas en el resultado has fracasado". Entonces, no tiene sentido.

OC: ¡De acuerdo! Esta conversación es muy interesante y realmente es necesario ir al fondo en la comprensión de todos estos aspectos, y por supuesto, que todavía tenemos mucho que mejorar en la formación de maestros.

AGC: Por supuesto, muchísimo. Porque, entre otras cuestiones, tiene que imperar otro discurso que es el de "poco y bien" y no "mucho y mal"; porque estamos todavía en eso, y solo se quiere completar temarios, y no se comprende que cuando un alumno desarrolla una capacidad, está preparado para aprender nuevas cosas después. Pero el profesorado se suele quedar con la conciencia tranquila, si trata muchos contenidos, y ese es el problema. Reconozco que esto toma mucho tiempo para mejorarlo, pero desde el minuto uno, nos tenemos que poner a trabajar así en la formación inicial del profesorado; porque si no, esto no se arregla. A veces tengo mucho desaliento, porque veo que no hay avance; la transferencia de conocimiento didáctico a la práctica docente es complicada, lenta y muchas veces no se ve.

OC: Sí, pero seguiremos persistiendo (risas). Y trabajos como el suyo son inspiradores y ofrecen importante fundamentación para el cambio en la perspectiva de la enseñanza de las ciencias. Muchas gracias por su tiempo y su disposición.

AGC: Gracias a usted por esta invitación y solo espero haber cumplido con sus expectativas.

Alguna producción bibliográfica del Dr. Antonio García-Carmona, con el fin de que los lectores puedan conocer su trabajo en mayor profundidad.

ACEVEDO-DÍAZ, J.A.; GARCÍA-CARMONA, A.; ARAGÓN, M.M. **Enseñar y aprender sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis de controversias de historia de la ciencia: Resultados y conclusiones de un proyecto de investigación didáctica.** Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Madrid: España. 2017.

GARCÍA-CARMONA, A. **Aprender Física y Química mediante secuencias de enseñanza investigadoras.** Aljibe. Archidona, Málaga: España. 2011.

GARCÍA-CARMONA, A. Educación científica y competencias docentes: Análisis de las reflexiones de futuros profesores de Física y Química. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 10, n. extra, pp. 552-567. 2013.

GARCÍA-CARMONA, A. Pre-Service Primary Science Teachers' Abilities for Solving a Measurement Problem Through Inquiry. **International Journal of Science and Mathematics Education, Taipéi**, s. v., s. n., pp 1-21. 2017. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9858-7>

GARCÍA-CARMONA, A.; ACEVEDO-DÍAZ, J.A. Learning about the Nature of Science Using Newspaper Articles with Scientific Content: A Study in Initial Primary Teacher Education. **Science & Education**, New Zealand, v. 25, n. 5-6, pp. 523-546. 2016.

GARCÍA-CARMONA, A.; ACEVEDO-DÍAZ, J.A. (2017). Understanding the Nature of Science through a Critical and Reflective Analysis of the Controversy between Pasteur and Liebig on Fermentation. **Science & Education**, Nueva Zealand, v. 26, n. 1-2, pp. 65-91. 2017.

GARCÍA-CARMONA, A.; CRIADO, A. M. Introduction to Semiconductor Physics in Secondary Education: Evaluation of a Teaching Sequence. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 31, n. 16, pp. 2205-2245. 2009.

GARCÍA-CARMONA, A.; CRIADO, A.M.; CRUZ-GUZMÁN, M. (2016). Prospective Primary Teachers' Prior Experiences, Conceptions, and Pedagogical Valuations of Experimental Activities in Science Education. **International**

- Journal of Science and Mathematics Education*,
Taipéi, s. v, s. n°, pp. 1-17. 2016.
- GARCÍA-CARMONA, A.; CRIADO, A.M.;
CRUZ-GUZMÁN, M. (2017). Primary Pre-Ser-
vice Teachers' Skills in Planning a Guided
Scientific Inquiry. *Research in Science Educa-
tion*, Berlín, v. 47, n. 5, pp. 989-1010. 2017.
- GARCÍA-CARMONA, A.; VÁZQUEZ-ALONSO,
A.; MANASSERO-MAS, M.A. Estado actual y
perspectivas de la enseñanza de la naturaleza
de la ciencia: una revisión de las creencias
y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de
las Ciencias*, Barcelona, v. 29, n. 3, pp. 403-
412. 2011.



MODELAGEM E HISTÓRIA DA CIÊNCIA: UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA PARA A ESTRUTURA ATÔMICA NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

MODELING AND THE HISTORY OF SCIENCE: A PEDAGOGICAL APPROACH TO THE ATOMIC STRUCTURE IN THE 9TH GRADE OF ELEMENTARY SCHOOL

MODELACIÓN E HISTORIA DE LA CIENCIA: UNA PERSPECTIVA PEDAGÓGICA PARA LA ESTRUCTURA ATÓMICA EN NOVENO GRADO DE EDUCACIÓN BÁSICA

Lucas Pereira Gandra*, Geilson Rodrigues da Silva**

Cómo citar este artículo: Pereira Gandra, L., Rodrigues da Silva, G. (2018). Modelagem e história da ciência: uma abordagem pedagógica para a estrutura atômica no 9º ano do ensino fundamental. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 13(1), 14-32. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.11585>.

Resumo

A estrutura atômica é um dos conceitos mais abstratos e mais difíceis de ensinar e aprender, sendo assim o presente trabalho teve como objetivo aplicar e avaliar uma estratégia didática fundamentada em modelagem aliado aos pressupostos de paradigmas de Thomas Kuhn, de forma a demonstrar que os modelos são representações parciais, sem a necessidade de lhes atribuir todas as propriedades macroscópicas. A abordagem pedagógica foi realizada no decorrer de seis aulas com duração de cinquenta minutos em uma turma do 9º ano do ensino fundamental de um colégio particular do Brasil, ao todo participaram desta pesquisa 27 alunos. Para a coleta de dados, utilizou-se dos modelos produzidos para o experimento da caixa preta, assim como, os modelos produzidos pelos discentes para a teoria atômica de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr; utilizou-se ao final do processo de modelagem um questionário contendo cinco questões dissertativas. No tratamento dos dados inicialmente avaliou-se a “Caixa Preta” e os modelos confeccionados de acordo com as orientações do modelo TWA (Teaching With Analogies), além disso seguiu-se as

Recibido: 2 de febrero de 2017; aprobado: 12 de julio de 2017

* Professor da Fundação Educacional de Coxim, da Escola Estadual Viriato Bandeira e Coordenador de Aulas Práticas da Universidade Norte do Paraná - Pólo Coxim/MS. Correio eletrônico: luca.gandra@hotmail.com

** Graduado em Licenciatura Plena em Química Pela Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, foi aluno de iniciação científica PIBIC-CNPq, por quatro anos. Participou do grupo de pesquisa TAQUARI: Estudos e Pesquisas em Ensino, Tecnologias e Desenvolvimento Regional, do(a) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, por dois anos. Ministra aulas de Ciências da Natureza na rede pública e particular de Coxim- MS, desde 2014. Atua principalmente nos seguintes Temas: Ensino de Ciências e Divulgação Científica. Correio eletrônico: geilsonrodrigues367@gmail.com

orientações da análise de conteúdo para avaliar o questionário. Os discentes elaboraram diversas representações pictóricas para a atividade 1, que propiciou estabelecer paralelos entre o processo de aprendizagem de forma semelhante ao processo de desenvolvimento da própria ciência. No que tange a análise dos modelos produzidos verificou-se que os discentes compreenderam as limitações e abrangências dos modelos. Diante disso a abordagem pedagógica de modelagem em um contexto de História da Ciência permitiu aos discentes a formulação de concepções sobre a estrutura atômica, reconhecendo o papel fundamental de cada uma delas ao longo da história da ciência.

Palavras chaves: aprendizagem pela experiência, história da ciência, modelo didático.

Abstract

The atomic structure is one of the most abstract and hardest concepts to teach and learn, and therefore this project had as an objective to apply and to evaluate didactic strategies based on modeling together with the paradigm assumptions of Thomas Kuhn, in a way so as to demonstrate that the models are partial representations, that do not have the need to contain all of the macroscopic properties of what they represent. The pedagogical approach was made during six classes, each of them lasting for fifty minutes, in the Ninth Grade of Elementary School of a private school in Brazil, and twenty-seven students participated in the research altogether. For data collection, some models created by the students were used in the Black Box experiment, as well as the models made by them so as to represent the atomic theories of Dalton, Thomson, Rutherford, and Bohr. By the end of the process of modeling, a questionnaire was used containing five questions. During the data analysis, the "Black Box" and the models created were evaluated accordingly to the guidance of the TWA model (Teaching with Analogies), and furthermore, the content analysis guidelines were used to evaluate the questionnaire. The students formulated several image representations for the first activity, which contributed so as to make the learning process similar to the developing process of science itself. Regarding the analysis of the models produced, the students were able to understand the limitations and coverage of the models in question. Faced with that, the pedagogical approach of modeling in a context related to the History of Science allowed the students to formulate understandings on the nature of the atomic structure, acknowledging the central role of each one of the models during the history of science.

Keywords: experiential learning, history of science, teaching model.

Resumen

La estructura atómica es uno de los conceptos más abstractos y difíciles de enseñar y aprender, por esta razón en este trabajo nos proponemos a aplicar y evaluar una estrategia didáctica fundamentada en la modelación relacionada con los presupuestos de paradigmas de Thomas Kunh, de tal forma que podamos demostrar que los modelos son representaciones parciales, a los cuales no necesariamente se le atribuyen todas las propiedades macroscópicas. La perspectiva pedagógica fue desarrollada en el transcurso de seis clases con duración de 50 minutos cada una, en un curso de noveno grado de educación básica secundaria de un colegio particular del Brasil, en total participaron 27 estudiantes. Para la toma de datos, utilizamos los modelos producidos para el experimento de la caja negra, así como, los modelos producidos por los estudiantes para la teoría atómica de Dalton, Thomson, Rutherford y Bohr; al final del proceso de modelación aplicamos un cuestionario con cinco preguntas abiertas. Para analizar los datos, evaluamos inicialmente la “caja negra” y los modelos elaborados de acuerdo con las orientaciones del modelo TWA (Teaching With Analogies), además seguimos las orientaciones del análisis de contenido para evaluar el cuestionario. Los estudiantes elaboraron diversas representaciones pictóricas para la actividad I, que ofreció la oportunidad de establecer paralelos entre el proceso de aprendizaje de forma similar al proceso de desarrollo de la propia ciencia. En lo que corresponde al análisis de los modelos producidos, verificamos que los estudiantes comprendieron las limitaciones y potencia de los modelos. De esta forma la perspectiva pedagógica de modelación en un contexto de Historia de la Ciencia les permitió a los estudiantes la formulación de concepciones sobre la estructura atómica, reconociendo el papel fundamental de cada una de ellas a lo largo de la historia de la ciencia.

Palabras clave: aprendizaje por experiencia, historia de la ciencia, modelo didáctico.



Atribucion, no comercial, sin derivados

Introdução

O conceito de estrutura atômica, comumente denominado de modelos atômicos é de difícil compreensão para alunos do ensino médio e fundamental, pelo fato de utilizar conceitos que exigem noções abstratas. Para superar tais dificuldades, professores utilizam de analogias e outras ferramentas pedagógicas, que remetem aspectos relacionados diretamente ao imaginário discente, o que por muitas vezes implicam em uma fixação por parte dos estudantes na ferramenta, que passa então de apoio pedagógico a objeto de estudo, não apresentando resultados satisfatórios quando o foco é o processo de ensino-aprendizagem da estrutura atômica (FRANÇA, MARCONDES, CARMO, 2009).

Nessa linha, Gomes e Oliveira (2007) em sua análise buscaram identificar possíveis obstáculos epistemológicos presentes em alunos do 9º ano do ensino fundamental e 1º ano do ensino médio após a abordagem do conteúdo de estruturas atômicas. Segundo os autores a dificuldade de compreensão dos modelos abordados, leva em consideração, que muitos deles, apresentam aspectos inconsistentes com a teoria atômica aceita no presente, mas são mostrados com a finalidade de fazer uma abordagem histórica. Ainda no campo das dificuldades no ensino da estrutura atômica Melo e Lima-Neto (2013) apontam que não existe uma preocupação com a discussão de como os modelos científicos são construídos, assim como, sua importância na compreensão da construção do conhecimento. O fato de não se discutir o que são modelos e o porquê utilizá-los pode gerar concepções alternativas da realidade.

Nesse sentido Mortimer (1995) ao realizar uma investigação sobre as concepções atomistas dos discentes, inferiu que a História da Ciência permite o paralelismo, entre a concepção vigente para época e as propriedades químicas da matéria. Diante disso, evidenciamos nesse trabalho, uma possibilidade de mostrarmos aos discentes, por meio da História da Ciência, que os modelos são representações

parciais, sem a necessidade de lhes atribuir todas as propriedades macroscópicas.

Por fim, o objetivo do presente trabalho é aplicar e avaliar uma abordagem pedagógica para o conteúdo de estruturas atômicas em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental, utilizando a modelagem como estratégia didática, em um contexto de História da Ciência, bem como, responder a seguinte questão de pesquisa: quais as compreensões mais comuns entre estudantes do 9º Ano do Ensino Fundamental sobre as estruturas atômicas após a abordagem pedagógica?

Referencial Teórico

Modelagem como estratégia didática no Ensino de Ciências

O ensino de ciências na contemporaneidade requer uma ruptura com as metodologias tradicionais de ensino que tratam o estudante como sujeito passivo do processo de ensino e aprendizagem, enquanto o docente é o único detentor do conhecimento incumbido de transmiti-lo aos discentes, além de buscar por estratégias didáticas que encarem o estudante como sujeito ativo do processo de ensino e aprendizagem, ao qual o professor possui o papel fundamental de auxiliá-lo na construção do conhecimento (DARROZ, ROSA, GHIGGI, 2015; SOUSA, et al 2014).

Essa busca por novas estratégias está em consonância com os principais documentos norteadores da Educação Básica no Brasil que defendem princípios como a aproximação entre os saberes escolares e os vivenciados cotidianamente, bem como, a integração dos discentes com o trabalho, a ciência, a tecnologia e a cultura, propiciando ao estudante um ambiente que permita o desenvolvimento da autonomia na busca pelo conhecimento (BRASIL, 1999; BRASIL, 2013).

Considerando então as recomendações da literatura atual acerca do Ensino de Ciências, bem como, as orientações dos documentos oficiais do Brasil, podemos considerar a modelagem como uma boa

estratégia didática, pois para Mendonça (2008) esta leva em consideração os conhecimentos prévios dos discentes e a característica limitada dos modelos, apresenta ao estudante um caráter investigativo, podendo aguçar sua curiosidade e servir como mote para que o discente exerça sua função de sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem.

Dessa forma, neste trabalho entende-se por modelagem no Ensino de Ciências como uma estratégia didática em que o docente proporciona atividades para o discente produzir, validar e utilizar seus próprios modelos, que pode ser trabalhada por diferentes perspectivas teóricas, concordando com a peculiaridade de cada cientista, e reiterando a ideia de que não existe apenas uma forma de se “fazer ciência” e construir modelos (JUSTI, 2015).

Um dos trabalhos pioneiros na construção de modelos é o de Clement (1989) que apesar de investigar a aprendizagem durante a construção de modelos pelos cientistas, evidencia importantes contribuições com possíveis implicações educacionais, como três grandes objetivos possíveis de serem atingidos com o ensino fundamentado em modelagem que são de compreender o conteúdo científico, o processo de ensino e aprendizagem para a resolução de problemas e até mesmo a aprendizagem do método científico e o desenvolvimento de habilidades investigativas. Outra característica inerente ao processo de modelagem apontado por HALLOUN (2004) é que na medida em que o modelo em desenvolvimento é acrescido de detalhes, concomitantemente também há uma progressão da compreensão conceitual dos conceitos científicos abordados, corroborando com a perspectiva de construção do conhecimento.

Tratando-se mais especificamente sobre os pressupostos teóricos que subsidiem abordagens pedagógicas fundamentadas em modelagem, encontramos um modelo cognitivo simples para a construção de modelos proposto inicialmente por CLEMENT (1989) e com a inclusão de alguns elementos e etapas com JUSTI, GILBERT (2002) com o diagrama “Modelo de Modelagem” (Figura 1). Os detalhes de cada etapa deste diagrama podem ser conferidos nas

publicações originais dos autores (JUSTI, GILBERT, 2002; JUSTI, 2006), bem como, em outros trabalhos que analisaram e aplicaram o diagrama (FERREIRA, 2006; MENDONÇA, JUSTI, 2009) sendo que em todos eles, os resultados se mostraram eficientes. Tal eficiência a que se refere MENDONÇA, JUSTI (2009) refere-se a estratégia didática fundamentada em modelagem para o ensino de ligações iônicas propiciarem uma aprendizagem significativa, pois quando o estudante elabora, modifica e avalia seus modelos, passa a compreender melhor a importância dos modelos na ciência, bem como, se aproxima do trabalho dos cientistas.

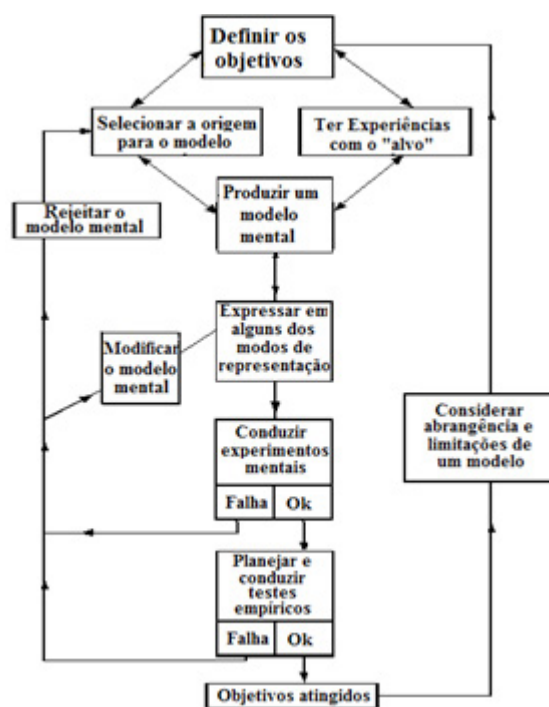


Figura 1. Diagrama “Modelo de Modelagem”.

Fonte: Justi, Gilbert (2002 pp. 357).

Apesar de não existir um método único de se construir modelos ficaram evidentes que as etapas do digrama “Modelo de Modelagem” costumam ser realizadas por diversos cientistas que fazem alterações na ordem, ou incluem etapas conforme suas particularidades, entretanto tratam essas etapas como elementares. Sendo assim, neste trabalho buscaremos fundamentar nossa abordagem pedagógica nestas etapas.

Epistemologia de Thomas Kuhn e o Ensino de Ciências

Considerado um marco para a História da Ciência a publicação do livro “A Estrutura das Revoluções Científicas”, constitui-se uma verdadeira revolução na forma de discutir questões epistemológicas que subsidiam o desenvolvimento da ciência. Apesar de intensamente criticada a teoria proposta por Kuhn é um dos principais pilares de investigação de História da Ciência. Com isso fica evidente na obra desse cientista que a ciência é uma construção humana passíveis de erros, acertos, influências econômicas e sociais. Portanto partindo das discussões de OSTERMANN (1996), o modelo kuhniano encara o desenvolvimento científico em quatro grandes etapas que são: Paradigma, Ciência Normal, Revolução Científica e a Incomensurabilidade.

O termo paradigma possui diversas conotações, contudo a definição para KUHN (1962), relata que os avanços científicos que são aceitos universalmente e que possuem comprovação experimental fornecendo soluções a diversos problemas para uma comunidade de cientistas representa o paradigma que é comumente aceito. Nesse sentido MENDONÇA, VIDEIRA (2007) afirma que o paradigma induz o desenvolvimento de pesquisas mais especializadas, ou seja, voltada apenas para alguns fenômenos específicos em detrimento dos demais. Com isso restringe-se o desenvolvimento de uma teoria mais ampla para explicar o funcionamento da natureza. Segundo OLIVEIRA (2012), no período de validade de um paradigma, a comunidade científica vivencia um equilíbrio ou mesmo uma acomodação com os resultados experimentais na qual apresentam função primordial de apenas reafirmar a teoria já estabelecida. Para sustentar os paradigmas SANTOS (2004) elenca três constituintes fundamentais, que são o uso de exemplos, as generalizações simbólicas, e o uso de modelos, que juntos norteiam a prática científica de determinados grupos de pesquisadores. Os paradigmas quando atingem uma aceitabilidade inspiram nos cientistas grande confiança nos seus resultados e na sua teoria que são solidificados pela ciência normal.

Para KUHN (2010), a ciência normal é uma tentativa de encapsular as observações experimentais em determinados limites preestabelecidos e inflexíveis fornecidos pelo paradigma, ou seja, a pesquisa nessa etapa é dirigida para a estruturação dos fenômenos observados no laboratório para que se encaixem na teoria já existente, não perturbando o paradigma aceito. Nessa linha SOUZA (2012) afirmou que a ciência normal parte de um quebra-cabeça no qual conhecemos todas as peças que constituem, contudo, o acúmulo de resultados no qual a teoria vigente fracassa em responder, cria anomalias no paradigma, gerando um estado de crise na pesquisa científica, quando chega-se a esse momento não é mais possível acumular conhecimentos desenvolvidos anteriormente é necessária uma ruptura com o paradigma estabelecido. Segundo OSTERMANN (1996), as comunidades de cientistas não abandonam paradigmas simplesmente por que se defrontaram com anomalias, uma teoria científica após ter passado por todos os testes até atingir o status de paradigma apresentam grande resistência para ser substituída.

Com isso as revoluções científicas emergem sobretudo devido a preocupação com a reprodutividade e precisão das técnicas de laboratório, pois quanto maior for a precisão de um método, este aumentará a sensibilidade do indicador de anomalias e conseqüentemente a necessidade da mudança de paradigmas, que passará a nortear a emergência de novas teorias contribuindo para a orientação e rearticulação de conhecimentos caracterizando uma reconstrução da matriz de conhecimentos (CONDÉ e FORTE, 2013). Na visão de SPERANDIO (2014) para ocorrer uma revolução científica a mudança não pode ser fragmentada, a transformação é radical rearranjando o fluxo de experimentos de maneira que exiba padrões que antes não eram explicados. Porém essa transição encontra-se barreiras principalmente entre os cientistas mais experientes que tentam refutar as novas teorias ou mesmo forçar uma adaptação com o paradigma vigente.

A incomensurabilidade de acordo com OKI (2004) relata a dificuldade de comparar os componentes

teóricos e padrões que caracterizam o desenvolvimento da ciência, essas características direcionam para paradigmas diferentes, sustentados em bases racionais distintos, KUHN (1962) parte da premissa das dificuldades de uma linguagem científica neutra, pois, quando o paradigma é mudado a sua linguagem também deve ser adequada isso ocorre devido a mudança do conhecimento.

Em relação ao ensino de ciências o modelo kuhniano influenciou diversos estudos acerca de mudança conceitual, porém seu espectro mais relevante encontra-se no estudo da problematização do conhecimento, de modo a subsidiar o estudo histórico do desenvolvimento científico corroborando para a formulação de concepções mais adequadas acerca dos fenômenos e conceitos comumente estudado (OSTERMANN, 1996).

Metodologia

Contexto da Pesquisa

A intervenção didática foi realizada ao longo de seis aulas com duração de cinquenta minutos cada em uma turma do 9º Ano do ensino fundamental de um colégio particular do Brasil, na qual um dos autores deste trabalho é o docente da disciplina

de Química. Durante a abordagem pedagógica do conteúdo de estrutura atômica o docente utilizou a modelagem como estratégia didática aliada aos pressupostos de paradigmas da ciência de Thomas Kuhn. Ao todo participaram desta pesquisa 27 alunos, divididos em 5 grupos, sendo 3 contendo 5 alunos e 2 com 6 alunos.

As aulas ministradas estão descritas de forma sucinta no Quadro 1, bem como, suas relações com o diagrama “Modelo de Modelagem”.

O experimento da Caixa Preta foi proposto inicialmente por RIBEIRO (1986) e trata-se de uma atividade pedagógica que trabalha a criatividade, a capacidade de abstração do discente e ainda contribui para a compreensão de elementos pertencentes à natureza da ciência, como a experimentação e a elaboração de modelos. Diante disso, para que os discentes tivessem uma experiência inicial com a modelagem, forneceu-se aos 5 grupos uma caixa preta lacrada contendo um objeto desconhecido em seu interior. Sendo assim, os discentes realizaram algumas experiências com a caixa sem abri-la e produziram um modelo bidimensional na forma de um desenho em folha de sulfite A4, contendo as principais características evidenciadas durante a experimentação do objeto desconhecido.

Quadro 1. Organização das aulas.

| Aula | Descrição | Relação com o Diagrama “Modelo de Modelagem” |
|------|---|--|
| 1 | Experimento da Caixa Preta. | “Ter experiência com o fenômeno alvo”. |
| 2 | Discussão sobre o experimento da combustão em sistemas fechados (Lavoisier), dos tubos de Crookes, o experimento de Geiger e Marsden e os experimentos de Balmer e Rydberg. | “Ter experiência com o fenômeno alvo”. “Definir os objetivos”. |
| 3 | Abordagem da História da Ciência e da origem de cada modelo atômico. | “Selecionar a origem para o modelo”. |
| 4 | Discussões acerca da ciência normal e das revoluções científicas diante de cada evidência experimental supracitada. | “Produzir um modelo mental”. |
| 5 | Construção dos modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr. | “Expressar em alguns dos modos de representação”. |
| 6 | Apresentação oral dos modelos construídos. | “Conduzir experimentos mentais”. “Considerar abrangência e as limitações de um modelo”. |

Fonte: autoria própria.

Delineamentos da pesquisa

A pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa por reunir dados descritivos por meio da relação direta entre o pesquisador e o contexto de estudo, primando pelo processo em detrimento do produto, atentando-se em retratar a ótica dos participantes da pesquisa (BOGDAN, BIKLEN, 2003), a opção por esta abordagem seu deu pela necessidade de analisar as compreensões dos discentes sobre a estrutura atômica, bem como, sobre a relação de aspectos da natureza da ciência como os modelos e sua relevância dentro da história da ciência. Entretanto para complementaridade da pesquisa, também se utilizou aspectos quantitativos para ampliar a compreensão sobre o objeto de estudo, que é viável para VICTORA, KNAUTH, HASSEN (2000) que afirmam que os resultados de uma questão produzida a partir da perspectiva qualitativa, pode originar outras questões que só podem ser respondidas por um viés quantitativo, ou seja, a pesquisa qualitativa e quantitativa são diferentes, mas não excludentes, podendo ser trabalhadas em situação de complementaridade.

Nesta pesquisa, por exemplo, após a análise da qualidade das respostas dos discentes sobre a estrutura atômica, para inferir quais observações referentes

a eficácia da abordagem pedagógica emergiu o questionamento de quantos discentes atingiram uma qualidade satisfatória de compreensão acerca da estrutura atômica. A opção da complementaridade do tratamento quantitativo foi devido a necessidade de identificar se a abordagem pedagógica contribuiu efetivamente para a maioria dos discentes.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva, que para GIL (2008) consiste na descrição das características obtidas no estudo, assim como, a proposição de relações entre as variáveis estudadas. A escolha da pesquisa descritiva se deu pela finalidade da descrição das compreensões desenvolvidas pelos discentes sobre a estrutura atômica.

Coleta de Dados

Para a coleta de dados, utilizou-se dos modelos produzidos na atividade 1 que diz respeito ao experimento da caixa preta, bem como, os modelos produzidos pelos discentes para a elucidação da teoria atômica de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr. E ainda aplicou-se ao final do processo de modelagem um questionário contendo cinco questões dissertativas conforme Quadro 2, com o intuito de avaliar as concepções dos estudantes sobre as teorias atômicas e a História da Ciência.

Quadro 2. Questionário.

1. Com base nas experiências de Lavoisier e Proust o primeiro modelo atômico foi proposto por John Dalton em 1803. Cite quais as principais características do modelo de Dalton.
2. Na década de 1850 foi inventada a ampola de Crookes, também chamada de tubos de raios catódicos, que obteve feixe de partículas carregadas de carga elétrica negativa. O experimento de Crookes permitiu a outro cientista J. J. Thomson em 1897 propor seu modelo atômico, também conhecido como “modelo do pudim de passas”. Quais foram as características para o átomo proposto por Thomson?
3. Em 1911, os estudantes do professor Rutherford realizaram um experimento que apresentou resultados que não podiam ser explicados apenas pelo modelo atômico de Thomson, o que necessitou que Rutherford propusesse um novo modelo atômico que ficou conhecido popularmente como planetário. Dessa forma, para Rutherford o que era o átomo?
4. Em 1913 Niels Bohr propôs seu modelo atômico aperfeiçoando as falhas que existia no modelo de Rutherford. Quais foram as contribuições de Bohr para o entendimento do átomo?
5. Desde o modelo de Dalton, a teoria atômica foi sofrendo modificações ao longo da história da ciência, por Thomson, Rutherford, e Bohr até chegar no que entendemos como átomo no presente que é bem mais complexo do que o próprio modelo de Bohr. Sendo assim, ainda há conceitos sobre o átomo propostos por cada um destes cientistas que são considerados como corretos hoje? Ou a cada novo modelo lançado, descartavam totalmente o anterior?

Fonte: autoria própria.

Análise de Dados

Tratando-se da análise de dados para avaliar os modelos confeccionados e a atividade 1 da “Caixa Preta” utilizou-se o modelo TWA (Teaching With Analogies) proposto por GLYNN (1995) no qual o autor propõe seis etapas que devem ser levadas em conta, na utilização de analogias no ensino, entretanto como analogias e modelos são comparações explícitas (MÓL, 1999) podemos utilizar o TWA também para a análise de modelos. Sendo assim as etapas do TWA são:

1. Introdução do conceito-alvo.
2. Propor uma experiência ou ideia análoga a anterior.
3. Identificar os pontos de semelhança do conceito alvo e análogo.
4. Relacionar as semelhanças entre os domínios; alvo e análogo.
5. Esboçar as conclusões sobre o conceito-alvo.
6. Identificar os aspectos em que a analogia não se explica.

No que tange o tratamento dos dados obtidos por meio do questionário (Quadro 2) utilizou-se da Análise de Conteúdo de Bardin (2009), mais especificamente pela Categorização, que é um conjunto de técnicas utilizadas para analisar a comunicação. Esse método textual tem uma organização bem definida em torno de três fases: a pré-análise, exploração do material e o tratamento dos resultados, que se dividem entre a inferência e a interpretação.

A pré-análise é a fase na qual os dados passam por uma leitura flutuante, onde o pesquisador possui o intuito de conhecer as respostas obtidas. Em seguida a exploração do material define as categorias (sistemas de codificação) a partir do material já selecionado; a identificação das unidades de registro (unidade de significação a codificar), visando à categorização e a contagem frequencial, bem como, as unidades de contexto nos documentos (unidade de compreensão para codificar a unidade de registro) a fim de compreender a significação exata da unidade

de registro. Esta fase é orientada pelas hipóteses e referenciais teóricos, assim como, a codificação, a classificação e a categorização. Por fim, a exploração do material consiste no cerne da análise, pois é por meio desta, que vai possibilitar ou não a riqueza das interpretações e inferências (BARDIN, 2009).

Dessa forma, a partir da análise de conteúdo, nos quadros 3, 4, 5, 6 e 7 surgiram-se três categorias. Sendo que a categoria abrangente é oriunda a partir da unidade de registro que representa a utilização de um conceito para explicar corretamente uma teoria. Enquanto a categoria “Reduccionista” surgiu das unidades de contexto que é composta por respostas muitas vezes vagas e que parecem ter sentido por si só. Já a categoria “concepções alternativas” emergiu a partir da fase de interpretação e inferências, na qual as respostas dos estudantes apresentarão divergências conceituais em relação as teorias científicas compreendidas.

Resultados e Discussões

Experimento da Caixa Preta

Como os discentes ficaram livres para realizarem as experiências com a caixa, cada grupo elaborou suas próprias técnicas para a experimentação indireta do objeto, que no geral observaram o modo, como o objeto deslizava no interior da caixa, a quantidade de objetos pelos sons emitidos, características olfativas, e ferromagnéticas por meio da utilização de um ímã. Dessa maneira, os modelos produzidos para o objeto desconhecido seguem nas figuras de 2 a 6.

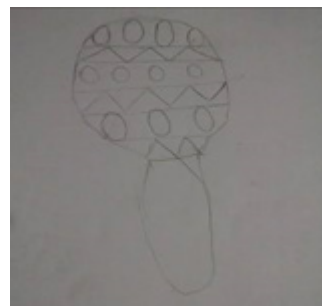


Figura 2. Modelo 1 do Objeto.

Fonte: autoria própria.



Figura 3. Modelo 2 do Objeto.

Fonte: autoria própria.



Figura 4. Modelo 3 do Objeto.

Fonte: autoria própria.



Figura 5. Modelo 4 do Objeto.

Fonte: autoria própria.



Figura 6. Modelo 5 do Objeto.

Fonte: autoria própria.

Devido a diversidade de técnicas utilizadas percebeu-se como resultado diferentes modelos, mas que concordam entre si quanto a existência de um objeto que contém alguns fragmentos em seu interior, esta informação pode ser obtida pelo som emitido. Além disso os modelos 1, 4 e 5 apontaram traços curvilíneos no objeto desconhecido, oriundo da experiência de como ele se deslizava no interior da caixa.

Portanto essa atividade contribuiu para uma experiência inicial com a modelagem para os estudantes e propiciou um momento de reflexão sobre a importância da experimentação na elaboração de modelos científicos, bem como, ao final não revelou-se o objeto desconhecido, de maneira a estimular os discentes a confiarem no poder de previsão de seus modelos com base nos resultados experimentais. Cabe ressaltar que ao final de todo o processo de modelagem do conteúdo de atomística, um discente lembrou desta atividade da caixa preta e estabeleceu uma analogia com o estudo dos átomos, afirmando que da mesma forma que os cientistas nunca visualizavam os átomos, eles também não tinham tido contato visual com o objeto desconhecido.

Análise dos Modelos

Como eram 5 grupos, foram produzidos 5 modelos para a explicação dos conceitos propostos por Dalton para o átomo. Dalton, conforme apontado na literatura atribuiu ao átomo como principais características, ser uma partícula indivisível, maciça e indestrutível e também a questão de que átomos de um mesmo elemento apresentam propriedades iguais e átomos de elementos diferentes apresentam propriedades diferentes. Nas figuras de 7 a 11 apresentamos os 5 modelos propostos pelos estudantes para a explicação do átomo de Dalton.

Diante da teoria proposta por Dalton, podemos verificar que os modelos elaborados pelos discentes possuem um bom poder de previsão, visto que todos os modelos contemplaram o aspecto maciço, e também que átomos de um mesmo elemento possuem

propriedades idênticas e átomos de elementos diferentes apresentam propriedades diferentes. O Modelo 2 abordou também o aspecto indivisível pelo fato utilizarem bolinhas de chumbada, já os demais utilizaram isopor que pode ser dividido e destruído. Nesse sentido, é perceptivo que os modelos construídos cumprem seu papel como representações parciais contendo falhas e limitações que foram todas elucidadas pelos próprios estudantes durante a apresentação de seus modelos para o professor e os demais discentes da sala.

Para o átomo de Thomson, podemos destacar como principais características ser uma esfera positiva com cargas elétricas “incrustadas”. Nas figuras de 12 a 16 representamos todos os modelos construídos pelos estudantes para a explicação dos conceitos que envolvem o átomo para Thomson.



Figura 7. Modelo 1 de Dalton.

Fonte: autoria própria.



Figura 8. Modelo 2 de Dalton.

Fonte: autoria própria.



Figura 9. Modelo 3 de Dalton.

Fonte: autoria própria.



Figura 10. Modelo 4 de Dalton.

Fonte: autoria própria.



Figura 11. Modelo 5 de Dalton.

Fonte: autoria própria.

Diante da teoria proposta por Dalton, podemos verificar que os modelos elaborados pelos discentes possuem um bom poder de previsão, visto que todos os modelos contemplaram o aspecto maciço, e também que átomos de um mesmo elemento possuem propriedades idênticas e átomos de elementos diferentes apresentam propriedades diferentes. O Modelo 2 abordou também o aspecto indivisível pelo fato utilizarem bolinhas de chumbada, já os demais utilizaram isopor que pode ser dividido e destruído. Nesse sentido, é perceptivo que os modelos construídos cumprem seu papel como representações parciais contendo falhas e limitações que foram todas elucidadas pelos próprios estudantes durante a apresentação de seus modelos para o professor e os demais discentes da sala.

Para o átomo de Thomson, podemos destacar como principais características ser uma esfera positiva com cargas elétricas “incrustadas”. Nas figuras de 12 a 16 representamos todos os modelos construídos pelos estudantes para a explicação dos conceitos que envolvem o átomo para Thomson.

Todos os modelos propostos pelos estudantes para o átomo de Thomson apresentaram a mesma abrangência, ou seja, contemplaram o átomo como uma esfera positiva com cargas elétricas negativas incrustadas, cabe ressaltar que nenhum deles utilizou

a analogia do “pudim de passas” conforme mencionado na fundamentação teórica em suas representações. Entretanto como modelos são representações parciais, estes apresentaram como falha o fato de serem estáticos e o modelo de Thomson considerar as contribuições da eletrodinâmica clássica.

O átomo de Rutherford apresenta como principais características um núcleo pequeno e positivo, com os elétrons orbitando em sua volta na eletrosfera, nas figuras de 17 a 21 apresentamos os 5 modelos para o átomo de Rutherford propostos pelos discentes.



Figura 12. Modelo 1 de Thomson.

Fonte: autoria própria.



Figura 16. Modelo 5 de Thomson.

Fonte: autoria própria.



Figura 13. Modelo 2 de Thomson

Fonte: autoria própria.



Figura 17. Modelo 1 de Rutherford.

Fonte: autoria própria.



Figura 14. Modelo 3 de Thomson.

Fonte: autoria própria.



Figura 18. Modelo 2 de Rutherford.

Fonte: autoria própria.



Figura 15. Modelo 4 de Thomson.

Fonte: autoria própria.

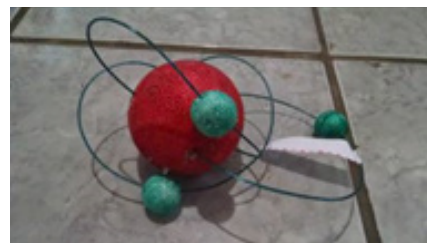


Figura 19. Modelo 3 de Rutherford.

Fonte: autoria própria.



Figura 20. Modelo 4 de Rutherford.

Fonte: autoria própria.



Figura 21. Modelo 5 de Rutherford.

Fonte: autoria própria.

Durante a apresentação destes modelos, os autores dos modelos 02 e 05 argumentaram terem ciência de que os núcleos estavam muito grandes comparados a representação dos elétrons e que isso era uma falha, entretanto conseguiram construir uma representação parcial contemplando aspectos como o núcleo positivo e os elétrons na esfera. A representação do núcleo grande foi pela facilidade de utilizar uma esfera de isopor grande em relação a uma pequena. Os autores do modelo 5 ainda representaram um átomo do elemento hidrogênio com apenas um próton e um elétron. Outro aspecto em que os modelos falharam é a dinamicidade do átomo na qual os elétrons orbitam em torno do núcleo na região da eletrosfera.

Como as diferenças entre os modelos atômicos de Bohr e Rutherford envolvem conceitos demasiadamente abstratos como energia quantizada e os níveis energéticos, fisicamente os discentes não conseguiram diferenciá-los. Entretanto se referiram ao modelo construído como Rutherford-Bohr e explicaram a partir dele os postulados de Bohr.

Análise do Questionário

A priori as questões de 1 a 4 do Quadro 2 foram elaboradas com o propósito de avaliar a aprendizagem

dos discentes no que a tange a teoria atômica. A partir de uma análise prévia das respostas, produziu-se as seguintes categorias:

1. Abrangente. Categoria que associa de maneira adequada os diversos aspectos de cada teoria atômica com os cientistas que as propuseram, levando em consideração também as evidências experimentais encontradas ao longo de cada período histórico;
2. Reducionista. Nesta categoria as respostas reduzem toda a teoria atômica a uma ou duas características principais sem realizar quaisquer menções as evidências experimentais históricas;
3. Concepções Alternativas. Esta categoria engloba as respostas na qual a teoria atômica é associada de maneira incorreta ao cientista que a formulou, ou ainda respostas que apresentam conceitos alternativos.

A partir disso iniciamos a análise com a categorização das respostas para a primeira questão respeitando a escrita original dos estudantes conforme apresentado no Quadro 3.

As respostas enquadradas na categoria 1 para o átomo de Dalton apresentaram as principais características do modelo, levaram em consideração os postulados de Dalton e ainda as evidências experimentais que balizaram tais formulações como a Lei da Conservação das Massas de Lavoisier e das Proporções Constantes de Proust.

Na categoria 2, as respostas reduziram toda a concepção de átomo para Dalton como sendo uma esfera maciça. E por fim na categoria 3 estão as concepções alternativas formuladas, na qual o aluno 13 explica o modelo de Dalton a partir de um experimento que contribuiu para Thomson identificar as cargas elétricas do átomo e o aluno 14 que usou de maneira equivocada o termo elétrons ao invés de elementos para explicar um dos postulados de Dalton.

Quanto a segunda questão a respeito da estrutura atômica de Thomson, as respostas foram categorizadas no Quadro 4.

A respeito do átomo de Thomson, as respostas que constituem a categoria 1 contemplam adequadamente as características que são de uma esfera positiva com cargas elétricas incrustadas em sua superfície. Na categoria 2 teve apenas uma resposta que reduziu o modelo de Thomson a uma esfera positiva. Enquanto na categoria 3 o aluno 01 utilizou de maneira equivocada as características do modelo de Rutherford para a explicação do modelo de Thomson.

Tratando-se da questão 3 sobre o átomo de Rutherford, as respostas categorizadas seguem no Quadro 5.

Quanto ao modelo de Rutherford, as respostas da categoria 1 remetem adequadamente as características para o átomo elencadas por Rutherford para explicação do experimento proposto por seus discentes Geiger e Marsden, que consistiu em passar um feixe de partículas α em uma folha de platina com a espessura de poucos átomos.

Quadro 3. Respostas dos discentes para a primeira questão e suas relações com as categorias elaboradas.

| Questão | Resposta | Categoria | Quantidade de respostas |
|---------|--|-----------|-------------------------|
| 1 | “Os átomos são esféricos, maciços e indivisíveis, os átomos de elementos diferentes têm massas e tamanhos diferentes e vice-versa”. Aluno 03 “Era uma esfera maciça, indivisível, indestrutível, sem carga. Átomos de elementos iguais possuíam propriedades, massa, e tamanhos iguais, assim como, átomos de elementos diferentes possuíam propriedades, massas e tamanhos diferentes”. Aluno 05 | 1 | 16 |
| 1 | “Era uma esfera maciça”. Aluno 19 “Para Dalton o átomo era apenas uma esfera maciça”. Aluno 28 | 2 | 8 |
| 1 | “No qual dizia que os átomos eram energizados, esfregando um ferro em um pano”. Aluno 13 “Uma esfera maciça, indivisível. Elétrons iguais mesma massa e composição e elétrons diferentes massas e composição diferentes”. Aluno 14 | 3 | 4 |

Fonte: autoria própria.

Quadro 4. Respostas dos discentes para a segunda questão e suas relações com as categorias elaboradas.

| Questão | Resposta | Categoria | Quantidade de respostas |
|---------|--|-----------|-------------------------|
| 2 | “Seria formado por uma esfera de carga elétrica positiva tendo em sua superfície elétrons incrustados”. Aluno 13 “O átomo é formado por uma esfera de carga do núcleo elétrica positiva tendo elétrons na sua camada superficial”. Aluno 05 | 1 | 17 |
| 2 | “Esfera positiva”. Aluno 26 “Eram cargas positivas maiores, onde encontrava-se outras menores negativas em si”. Aluno 28 | 2 | 3 |
| 2 | “Que o átomo seria formado por uma esfera. Ele falava que os átomos eram como o sistema solar tinha o núcleo que era o sol e os outros que eram os planetas que girava em volta.” Aluno 01 “Ele acreditava que o átomo tinha prótons dentro dele e ficou conhecido com pudim de passas”. Aluno 08 | 3 | 4 |

Fonte: autoria própria.

Quadro 5. Respostas dos discentes para a terceira questão e suas relações com as categorias elaboradas.

| Questão | Resposta | Categoria | Quantidade de respostas |
|---------|---|-----------|-------------------------|
| 3 | “O átomo para Rutherford era uma esfera de carga positiva no centro chamada de núcleo e uma região chamada eletrosfera, onde ficavam os elétrons girando ao redor do núcleo. Com o tempo os elétrons perdiam energia e colidiam com o núcleo”. Aluno 05 “Esfera com pequeno núcleo positivo com elétrons em órbita na eletrosfera sem energia definida (Planetário)”. Aluno 07 | 1 | 12 |
| 3 | “Núcleo pequeno e positivo (Proton)”. Aluno 15 “Os elétrons girariam ao redor do núcleo como planetas ao redor do sol”. Aluno 24 | 2 | 8 |
| 3 | “Rutherford acreditava que os prótons ficavam girando em torno do núcleo assim ficou conhecido como planetário”. Aluno 08 “Como era uma coisa pequeninha que não se vê a olho nú”. Aluno 12 | 3 | 3 |

Fonte: autoria própria.

Nesse sentido Geiger e Marsden alunos de Rutherford (1909) estudaram a passagem de partículas radioativas em uma placa, no qual detectaram uma radiação emergindo no mesmo lado da placa na qual as partículas sofrem decaimento. Este tipo de radiação não chamou a atenção de outros pesquisadores que consideravam uma radiação secundária, porém em uma série de experiências os alunos de Rutherford encontraram a existência de um reflexo difuso de partículas α .

Desse modo Geiger e Marsden apontaram como conclusões que uma pequena fração dessas partículas sofrem desvio ao passar pela lâmina metálica. Esses resultados intrigou o Professor Rutherford, que segundo ATKINS, JONES (2012 pp.3) sugeriu para esses resultados a existência de um centro pontual com grande densidade de carga positiva, “o núcleo era envolvido por um volume muito grande de espaço quase vazio que continha os elétrons”.

Para a categoria 2, obtivemos apenas a resposta do aluno 15 que reduz o átomo de Rutherford a um núcleo pequeno e positivo. E na categoria 3 o aluno 08 utilizou inadequadamente o termo “próton” para se referir ao elétron que orbita o núcleo.

Quanto a questão 4 sobre os conceitos que envolvem a estrutura atômica proposta por Bohr, as respostas dos discentes foram categorizadas no Quadro 6.

Na categoria 1, as respostas explicaram satisfatoriamente os conceitos atômicos de Bohr que introduz a ideia de os elétrons orbitarem em níveis energéticos definidos, com capacidade limitada de elétrons por níveis, e ainda abordaram a questão da absorção e da emissão de energia pelos elétrons durante as transições entre níveis energéticos. Na categoria 2 tiveram duas respostas dos alunos 06 e 10 que reduziram o modelo atômico de Bohr aos níveis de energia. Já na categoria 3 o aluno 11 manifestou uma concepção alternativa de que o átomo de Bohr era uma esfera com núcleo contendo cargas positivas, e o aluno 1 realiza uma menção equivocada das características do átomo de Dalton como sendo de Bohr.

Em linhas gerais a análise de conteúdo das quatro questões supracitadas, permitiram inferir que a abordagem do conteúdo de atomística fundamentada em modelagem e integrada a História da Ciência contribuiu para uma boa compreensão da teoria atômica, tendo vista, que em todas as questões apesar de existirem respostas reducionistas ou

alternativas a predominância das respostas foram na categoria abrangente.

Após a análise das questões relacionadas ao conteúdo de estrutura atômica, a quinta questão aborda aspectos relacionados a natureza da ciência tais como o papel dos modelos e suas relações com a História da Ciência, cuja categorização segue abaixo no Quadro 7.

As respostas dos alunos 9 e 28 na categoria 1 vão de encontro a uma visão abrangente de ciência, que

concebe um modelo como representação parcial e não total de um fenômeno, sendo inerente a sua utilização a existência de limitações. Outro ponto que pode ser observado por esses discentes é que a ciência normal está intrinsecamente correlacionada com a necessidade da adequação dos novos resultados experimentais aos modelos existentes, de modo a manter o paradigma vigente.

Em relação a categoria 2 os estudantes 5 e 21, minimizam os avanços científicos a apenas algumas

Quadro 6. Respostas dos discentes para a quarta questão e suas relações com as categorias elaboradas.

| Questão | Resposta | Categoria | Quantidade de respostas |
|---------|---|-----------|-------------------------|
| 4 | “Conclui que existiam níveis de energia que aceitavam uma quantidade específica de elétrons em cada um deles. Esses níveis eram K, L, M, N, O, P, Q ou 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Quando o elétron passava para o estado excitado e retornava para o seu estado fundamental ocorria liberação de energia em forma de luz”. Aluno 07 “O modelo de Bohr foi o de camadas (níveis). Bohr explicou que o átomo ao receber energia, ele se excitava fazendo os elétrons subir de nível. E quando voltava para sua forma normal, emitia luz”. Aluno 09 | 1 | 13 |
| 4 | “Ele afirmava o que todos os outros modelos diziam e acrescentou os níveis de energia”. Aluno 06 “Propôs que na eletrosfera existiam várias camadas energéticas”. Aluno 10 | 2 | 7 |
| 4 | “O átomo era esferas com um núcleo no meio e cargas positivas”. Aluno 11 “Ele falava que os átomos eram de tamanhos e formas diferentes”. Aluno 01 | 3 | 3 |

Fonte: autoria própria.

Quadro 7: Respostas dos discentes para a quinta questão e suas relações com as categorias elaboradas.

| Questão | Resposta | Categoria | Quantidade de respostas |
|---------|---|-----------|-------------------------|
| 5 | “Sim, todos os modelos atômicos possuem conceitos certos. Como o nome já diz é um modelo, ou seja sempre haverá erros e acertos”. Aluno 09 “Nenhum dos modelos é perfeito, mesmo o que esteja correto há algumas falhas. Cada novo modelo complementava o outros, não os descartava completamente”. Aluno 28 | 1 | 14 |
| 5 | “Ainda existem conceitos de alguns cientistas que estão certos”. Aluno 5 “Sim. Como por exemplo o de Bohr, alguns do Dalton e etc.”. Aluno 21 | 2 | 9 |
| 5 | “A cada novo modelo lançado descartavam o anterior”. Aluno 22. “Sim ainda há conceitos que são corretos como o átomo ser indestrutível imutável”. Aluno 18 | 3 | 3 |

Fonte: autoria própria.

características sem evidenciar os conceitos que ainda permanecem na teoria atômica vigente, sendo assim a concepção desses alunos remetem a visão restrita do funcionamento da ciência, não apresentando fundamentos experimentais importantes tais como: o experimento de Geiger-Marsden que levaram ao desenvolvimento do modelo de Rutherford, a observação do espectro de linhas, permitindo o surgimento de modelo de Bohr. Portanto essa categoria representa uma visão limitada do funcionamento da ciência.

A resposta do discente 22, apresenta uma visão equivocada da ciência, pois no modelo científico atômico, não se descartava completamente o anterior pois novas evidências experimentais surgem devido a criação de equipamentos cada vez mais precisos e sensíveis que remetem ao período de ciência normal. Enquanto o discente 14 realiza uma associação incorreta com algumas características do átomo como a sua imutabilidade, sendo que o mesmo pode sofrer uma série de decaimentos radioativos transformando o núcleo do átomo.

Pela quantidade de respostas pertencentes à categoria abrangente é possível inferir que a abordagem pedagógica aqui ministrada se mostrou eficaz em resolver os problemas identificados por GOMES, OLIVEIRA (2007) referente ao uso descontextualizado da História da Ciência, oferecendo aos discentes condições para compreender pressupostos de como acontece o desenvolvimento científico frente ao estabelecimento de paradigmas, bem como, os problemas apontados por MELO, LIMA-NETO (2013) que apontam a deficiência na discussão sobre modelos no ensino de estrutura atômica. Além disso, proporcionou-se mecanismos favoráveis a compreensão de aspectos relevantes da natureza da ciência como o “fazer ciência” (FERREIRA e JUSTI, 2008) por meio da construção, adaptação e testes de modelos.

Considerações Finais

A partir da análise qualitativa dos modelos construídos pelos discentes para a representação das estruturas atômicas de Dalton, Thomson e Rutherford-Bohr,

ficou evidente que os discentes apresentaram uma compreensão adequada dos principais aspectos de cada concepção atômica, pois se atentaram em representar os principais detalhes pertencentes a cada modelo, bem como, justificaram quando foi necessário as limitações e falhas dos modelos construídos pelos mesmos.

Outro fator que corrobora para a compreensão dos discentes sobre as estruturas atômicas após a abordagem pedagógica aqui ministrada, foi observado pela análise quantitativa, e trata-se da predominância das respostas enquadradas na categoria abrangente, que corresponde a uma associação correta da teoria atômica, com os respectivos cientistas que as propuseram, assim como, com os experimentos realizados na história que permitiram tais conclusões. Sendo assim, podemos inferir que a abordagem pedagógica fundamentada em modelagem em um contexto de História da Ciência permitiu aos discentes a formulação de boas concepções sobre a estrutura atômica, reconhecendo o papel fundamental de cada uma delas ao longo da História da Ciência.

Além, de ensinar aspectos relacionados ao conteúdo curricular como a estrutura atômica, esta abordagem pedagógica propiciou aos discentes condições para exercer o papel de sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem por meio da construção e testes de modelos que catalisou o aprendizado de aspectos relativos a natureza da ciência e o ser cientista, motivados pela investigação com base em experimentos científicos. Os resultados obtidos contribuíram para a compreensão do processo histórico de produção de conhecimento científico com reflexos positivos no processo de ensino e aprendizagem dos discentes, tais quais, a visão de natureza da ciência a partir dos modelos como ferramentas para representação parcial de conceitos demasiadamente abstratos, oriundos de resultados obtidos experimentalmente, bem como, de elementos da estrutura atômica.

Por fim, destaca-se aqui o papel fundamental de realizar discussões sobre o conceito de modelos, sua importância para a ciência, e os

processos de elaboração e teste dos mesmos, antes da abordagem propriamente dita do átomo, para que os discentes entendam essa poderosa ferramenta para o desenvolvimento científico, bem como, reiteramos também a necessidade de uma abordagem coerente de História da Ciência a fim de promover aos discentes a compreensão de que cada concepção atômica foi fundamental para a construção do conhecimento que temos hoje acerca do átomo.

Referências

- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Tradução Ricardo Bicca de Alencastro. 5 ed. Bookman. Porto Alegre: Brasil, 2012.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 4 ed. Edições 70. Lisboa: 2009.
- BRASIL. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. MEC/SEMTEC. Brasília: 1999.
- BRASIL. MEC. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. MEC, SEB, DICEI. Brasília: 2013.
- BOGDAN, R. S.; BIKEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 12 ed. Porto. Porto: 2003.
- CLEMENT, J. Learning via Model Construction and Criticism - Protocol evidence on sources of creativity in science. In: **Handbook of Creativity: assessment, theory and research**. J. A. Glover, R. R. Ronning & C. R. Reynolds (eds.). Editora Plenum. New York: 1989, pp. 341-381. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5356-1_20
- CONDÉ, M. L. L.; FORTE, M. A. P. **Thomas Kuhn: A estrutura das revoluções científicas [50 anos]**. 1 ed. Fino Traço. Belo Horizonte: 2013.
- DARROZ, L. M.; ROSA, C. W.; GHIGGI, C. M. Método tradicional x aprendizagem significativa: investigação na ação dos professores de física. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 70-85, 2015.
- FERREIRA, P. F. M. **Modelagem e suas contribuições para o ensino de ciências: uma análise no estudo de Equilíbrio Químico**. 165p. Dissertação do Mestrado em Educação - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. Modelagem e o "fazer ciência". **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 8, n. 28, p. 32-36, 2008.
- FRANÇA, A. da C. G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P do. Estrutura atômica e formação dos íons: uma análise das ideias dos alunos do 3º Ano do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 275-282, 2009.
- GAGLIARDI, R.; GIORDAN, A. La Historia de las Ciencias: Una Herramienta para Enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 4, n. 3, p. 253-258, 1986.
- GEIGER, H.; MARSDEN, E. On a diffuse reflection of the α particles. **Proceedings the royal of society. Mathematical Physical & Engineering Sciences**. Londres, v. 82, n. 557, p. 495-500, 1909. <https://doi.org/10.1098/rspa.1909.0054>
- GIL, A, C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. Atlas. São Paulo: 2008.
- GLYNN, S.M. Conceptual bridges: Using analogies to explain scientific concept. **Journal The Science Teacher**, Arlington, VA, v. 62, n. 9, p. 25-27, 1995.
- GOMES, H. J. P.; OLIVEIRA, O. B, de. Obstáculos Epistemológicos no ensino de Ciências: um estudo sobre as suas influências nas concepções de átomo. **Ciência e Cognição**, Rio de Janeiro, v. 12, s/n, p. 96-109, 2007.
- HALLOUN, I. A. **Modeling Theory in Science Education**. 12 ed. Editora Springer. Dordrecht: 2004.
- JUSTI, R. La Enseñanza de ciencias baseada en la elaboración de modelos. **Enseñanza de Las Ciencias**, Barcelona, v. 24, n. 2, p. 173-194, maio/junho, 2006.
- JUSTI, R. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do Ensino de Ciências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 31-48, 2015.

- JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teacher's views on the nature of modelling, implications for the education of modelers. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 24, n. 4, p. 369-387, 2002. <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>
- KUHN, T. S. **The Structure of Scientific Revolutions**. 2 ed. The University Of Chicago Press. Chicago: 1962.
- KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. Tradução. Beatriz Viana Boeira. 10 ed. Perspectiva. São Paulo: 2010.
- MELO, M.R; LIMA-NETO, E.G. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. **Química Nova Na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 112-122, 2013.
- MENDONÇA, A. L. O.; VIDEIRA, A. A. P. Progresso científico e incomensurabilidade em Thomas Kuhn. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 169-183, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1678-31662007000200003>
- MENDONÇA, P. C. C. **'Ligando' as ideias dos alunos à ciência escolar: Análise do ensino de ligação iônica por modelagem**. 241p. Dissertação do Mestrado em Educação - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: Análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem - Parte I. **Educación Química**, Ciudad del Mexico, v. 20, n. 3, p. 282-293, 2009.
- MÓL, G, S. **O uso de analogias no ensino de Química**. 254f. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação - Instituto de Química da Universidade de Brasília, Brasília, 1999.
- MORTIMER, E. F. Concepções atomistas dos estudantes. **Química Nova na Escola**. O Aluno em Foco. São Paulo, n. 1, 1995.
- OKI, M. C. M. Paradigmas Crises e Revoluções: A História da Química na perspectiva Kuhniana. **Química Nova Na Escola**, São Paulo, n. 20, p. 32-37, 2004.
- OLIVEIRA, M. R. A. **O Confronto Entre Thomas Kuhn E Imre Lakatos Sobre A Racionalidade Científica**. 83f. Dissertação de Mestrado em Ética e Epistemologia, Centro de Ciências Humanas e Letras - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.
- OSTERMANN, F. A Epistemologia de Kuhn. **Caderno Catarinense de ensino de física**, Florianópolis, v. 13, n. 13, p. 184-196, 1996.
- RIBEIRO, V. L. A Caixa Preta. **Revista de Ensino de Ciências**, São Paulo, n. 15, 1986.
- SANTOS, N. B. A Aprendizagem segundo Karl Popper e Thomas Kuhn. **Revista do serviço de psiquiatria do hospital Fernando Fonseca**, Amadora, v. 1, n. 1, p. 62-74, 2004.
- SPERANDIO, C. S. **Incomensurabilidade: Uma Questão Epistemológica Ou de Linguagem**. 113f. Dissertação de Mestrado em Filosofia, Departamento de Filosofia da Escola de Filosofia, Letras e Ciências Humana - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2014.
- SOUSA, F. S. et al. As metodologias usadas por professores de ciências e biologia no processo de ensino/aprendizagem. **Revista da SBEnBio**, Niterói, n. 7, p. 2014-2022, 2014.
- SOUZA, T. A. **A concepção de ciência em Thomas Kuhn**. 2012. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Filosofia - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- VICTORA, C. G.; KNAUTH, D. R.; HASSEN, M. N. A. Metodologias Qualitativa e Quantitativa. In: **Pesquisa Qualitativa em Saúde – Uma Introdução ao Tema**, cap. 3, pp. 33-44. Tomo Editorial. 2000.



DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE LA PRÁCTICA DOCENTE DEL PROFESORADO DE MATEMÁTICAS EN INGENIERÍA Y CIENCIAS

DESIGN AND APPLICATION OF A QUESTIONNAIRE ON TEACHING PRACTICE OF MATH TEACHERS IN SCIENCE AND ENGINEERING

PLANEJAMENTO E APLICAÇÃO DE UM QUESTIONARIO SOBRE A PRÁTICA DOCENTE DO PROFESSORADO DE MATEMATICAS EM ENGENHARIA E CIENCIAS

Martha Elena Aguiar Barrera^{*}, Humberto Gutiérrez Pulido^{}, Porfirio Gutiérrez González^{***}**

Cómo citar este artículo: Aguiar Barrera, M. E.; Gutiérrez Pulido, H. y Gutiérrez González, P. (2018). Diseño y aplicación de un cuestionario sobre la práctica docente del profesorado de matemáticas en ingeniería y ciencias. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 13(1), 33-54. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.11732>.

Resumen

Se describe el diseño, construcción y validación de un cuestionario para caracterizar la práctica docente del profesorado de matemáticas en un centro universitario de ingeniería y ciencias. El instrumento considera cinco dimensiones: ética, pedagógica, científica, humanística y tecnológica. Para el diseño se hizo la delimitación conceptual del cuestionario y sus dimensiones, y se generó una lista de potenciales ítems, que fueron evaluados por expertos. El cuestionario preliminar resultante se aplicó a una muestra piloto, y a partir de esto se generó la versión final. Este tiene dos componentes que son aplicados en forma simultánea, en uno el profesor opina sobre aspectos de la docencia y en otro autoevalúa su propia práctica. Para validar el cuestionario, se aplicó a los docentes del Departamento de Matemáticas en un campus de la Universidad de Guadalajara (México). Los resultados se estudiaron con el análisis de factores (AF), que reveló consistencia interna en los dos componentes del cuestionario, puesto que todas sus dimensiones pudieron asociarse a los factores que resultaron del AF. En el mismo

Recibido: 13 de marzo 2017; aprobado: 12 de julio 2017.

* Doctorado en Diseño Curricular y Evaluación Educativa por la Universidad de Valladolid. Profesora investigadora de tiempo completo del Departamento de Matemáticas del CUCEI de la Universidad de Guadalajara. Líneas de investigación: género y educación. Correo electrónico: aguiarbarra@yahoo.com

** Doctorado en Ciencias (probabilidad y estadística) por el Centro de Investigaciones en Matemáticas, Gto. Profesor investigador de tiempo completo del Departamento de Matemáticas del CUCEI de la Universidad de Guadalajara. Líneas de investigación: estadística. Correo electrónico: humberto.gutierrez@cucei.udg.mx

*** Doctorado en Ciencia y Tecnología por la Universidad de Guadalajara. Profesor de tiempo completo del Departamento de Matemáticas del CUCEI de la Universidad de Guadalajara. Líneas de investigación: aplicaciones de la estadística. Correo electrónico: pgutierrezglez@gmail.com

sentido de tal consistencia, se obtuvo que los valores del coeficiente alfa de Cronbach fueron mayores a 0,85. También se usó el AF para orientar la aplicación de tablas de contingencia y la comparación de medias, y se identificaron algunas diferencias significativas de género en la práctica educativa de la población encuestada; como por ejemplo, el que las profesoras fueron más optimistas en cuanto a la práctica de valores como honradez, solidaridad, amor, prudencia, responsabilidad, respeto, integridad y tolerancia; así como la importancia que ellas le dan a cumplir metas profesionales.

Palabras clave: enseñanza, valores, género, validación, análisis de factores.

Abstract

The design, construction, and validation of a questionnaire to characterize the teaching practice of math faculty at a science and engineering college are described. Five dimensions were considered for conceptualization: ethical, pedagogical, scientific, humanistic and technological. A list of potential items was generated and then assessed by experts, leading to a preliminary questionnaire that was applied to a pilot sample. The revised version featured two components which are applied simultaneously; one surveys the professor's opinions on various aspects of teaching, whereas the other asks teachers to evaluate their own practice. To validate, the questionnaire was administered to teachers of the department of mathematics at a University of Guadalajara campus in Mexico. The results were studied with factor analysis (FA) and showed internal consistency in the two components of the questionnaire since all its dimensions could be associated with factors resulting from the analysis. Following such consistency, the Cronbach alpha coefficients were found to be higher than 0.85. Furthermore, FA was the basis for the application of contingency tables and comparison of means, and some gender significant differences were found in teaching practice. For example, those female teachers were more optimistic about the practice of values such as honesty, solidarity, love, prudence, responsibility, respect, integrity and tolerance; as well as they assigned more importance to the completion of professional goals.

Keywords: teaching, values, gender, validation, factors analysis.

Resumo

Descrevemos o planejamento, construção e validação de um questionário para caracterizar a prática docente do professorado de matemáticas em um centro universitário de engenharia e ciências. O instrumento considerou cinco dimensões: ética, pedagógica, científica, humanística e tecnológica. Para o planejamento se fez a delimitação conceitual do questionário e suas dimensões, e foi gerada uma lista de potenciais itens, que foram avaliados por expertos. O questionário preliminar resultante foi aplicado a uma amostra piloto, e a partir disso geramos a versão final. Este tem duas componentes que foram aplicados simultaneamente, no primeiro o professor opina sobre aspectos da docência e no outro auto avalia sua própria prática. Para

validar o questionário foi aplicado aos docentes do Departamento de Matemáticas em um campus da Universidad de Guadalajara (México). Os resultados se estudaram mediante análise de fatores (AF), que ofereceu consistência interna nas duas componentes do questionário, dado que todas suas dimensões puderam associar-se aos fatores que resultaram da AF. No mesmo sentido de tal consistência, obtivemos que os valores de coeficiente alfa de Cronbach, foram maiores a 0,85. Também usamos AF para orientar a aplicação de tabelas de contingencia e a comparação de medias, e foram identificadas algumas diferencias significativas de gênero na pratica educativa da população questionada; por exemplo vimos que as professoras foram mais optimistas em quanto à prática de valores como honradez, solidariedade, amor, prudência, responsabilidade, respeito, integridade e tolerância; assim como é notória a importância que elas dão ao cumprir metas profissionais.

Palavras chaves: ensino, valores, gênero, validação, análise de fatores.



Atribucion, no comercial, sin derivados

Introducción

La enseñanza es un proceso complejo que, para lograr aprendizajes significativos en el estudiantado, depende de muchos factores, como las características del profesorado, las instituciones escolares, el hogar y la familia del alumno, el entorno social y económico que rodea a la escuela y al estudiante, entre otras (BOLÍVAR 2005; GARBANZO 2007). Investigaciones realizadas en Estados Unidos, como las de DARLING-HAMMOND (2000) y HARME y PIANTA (2001), señalan que el peso que tienen los docentes en el aprendizaje del alumnado en ocasiones es más fuerte incluso que: el nivel de pobreza, el dominio del idioma, el género o el origen étnico.

Esta importancia del profesorado ha llevado a concebir a un profesionista de la enseñanza como alguien que tiene que dominar la materia o asignatura que imparte; ser un experto en técnicas de enseñanza que propicien aprendizajes significativos; manejar las tecnologías de la información y la comunicación; con experiencia en relaciones personales y en gestión de recursos y de grupos; con capacidad para trabajar en equipo; que pueda establecer conexión con sus alumnos y propicie en ellos valores como la libertad, la democracia, la solidaridad, la tolerancia, la crítica y el respeto (PALOMERA, 2003). En forma un tanto implícita en relación a las cualidades del profesor antes referidas, se puede destacar que también tienen un peso importante sus creencias, valores y mitos; sus expectativas personales y las de sus alumnos; así como los rituales que establece día a día. Como se observa el reto para los docentes es grande y complejo.

Este reto es aún mayor para la enseñanza de las matemáticas, porque su aprendizaje ha sido un problema para un sector muy amplio del alumnado en todos los niveles (DE GUZMÁN, 2007). Los resultados de las evaluaciones nacionales e internacionales dan cuenta de ello; por ejemplo, en 2012 la prueba PISA encontró que 54,7 % de los estudiantes mexicanos evaluados no tienen el nivel

de competencias básicas en matemáticas; mientras que el promedio de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2012), para ese indicador, es de 23,1 %. En el examen TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) realizado en 2015 en 39 países, el 38 % de los alumnos de octavo grado que fueron evaluados no pudieron aplicar el conocimiento matemático básico a una variedad de situaciones; y estuvieron por debajo de 475 puntos en dicho examen que tiene una escala de 0 a 1000 (MULLIS *et al.* 2016). Este mismo examen TIMSS identifica pocos avances entre 1995 y 2015, incluso algunos países registraron retrocesos. A nivel México, la prueba PLANEA de 2016 aplicada en el nivel medio superior muestra que el 49,2 % del estudiantado fueron ubicados en el nivel I, que es el nivel de logro inferior en matemáticas (MÉXICO, 2016).

Esta situación se convierte en un problema en el ámbito universitario en las carreras donde el porcentaje de materias relacionadas con las matemáticas es alto, como es el caso de aquellas de ciencias exactas y las ingenierías. Por esta razón, la tarea para el profesorado de matemáticas es doblemente difícil: primero, la enseñanza de las matemáticas es compleja y, por lo general, no se tienen las herramientas didácticas para afrontarlo (DE GUZMÁN, 2007); segundo, como ya se ha referido, el nivel con el que llegan los alumnos no es el más recomendado para la cantidad y calidad de conceptos matemáticos que deben aprender (GUTIÉRREZ *et al.* 2015).

De aquí que cómo el profesorado realiza su práctica para enfrentar a esa doble problemática sea un tema complejo y abierto. Mediante un primer estudio bibliográfico sobre dicha práctica se identificaron dos grandes elementos: el análisis desde una perspectiva global, como el entorno y la institución (FEIXAS, 2004; GARCÍA *et al.* 2006); y los aspectos individuales como las creencias, formación previa, concepciones, resultados, uso de tecnología, género, competencias, entre otros (FERNÁNDEZ, 2013; FISCHMAN, 2005; KARSENTI, LIRA 2011;

LÓPEZ, 2012; PATIÑO, 2012; QUINTANA, 2009; TAYLOR, COIA, 2014). Como se observa, el abanico de análisis es muy vasto, esto habla de la amplitud, complejidad y relevancia del tema.

En este contexto, en este trabajo es de interés abordar algunos de los aspectos individuales de la práctica del profesorado, entre otros: los éticos, pedagógicos, científicos, humanísticos y tecnológicos; esto circunscrito en un departamento de matemáticas a nivel licenciatura. Para investigarlos se optó por hacer primeramente un trabajo exploratorio que permitiera identificar las ideas que el profesorado tiene sobre su práctica docente.

Para esta labor se propuso aplicar un cuestionario, por considerarlo un instrumento que facilita el acercamiento a las ideas de los docentes sobre su práctica (RODRÍGUEZ, GIL, GARCÍA, 1999). Como resultado de la investigación bibliográfica no se encontró un cuestionario que incluyera los cinco aspectos de interés (como se documenta más adelante), solo se encontraron algunos que cubrían parte de estos aspectos. Ante esto, se decidió diseñar un cuestionario para recabar información de los profesores de matemáticas en relación con su práctica profesional agrupada en cinco apartados: éticos, pedagógicos, científicos, humanísticos y tecnológicos.

Este trabajo se centra en reportar el diseño y evaluación de dicho cuestionario, que incluyó una prueba piloto para afinar el instrumento y su implementación final a 95 profesores a casi la totalidad del profesorado de un departamento de matemáticas de un campus de la Universidad de Guadalajara (México).

El cuestionario resultante, estructurado en cinco dimensiones o apartados, contiene 45 ítems; de estos, 39 incluyen doble respuesta: una para la opinión de sí mismo o de los colegas, y otra para su práctica. Para validar y analizar los resultados se aplicó un análisis multivariado de factores (AF), además de otras pruebas estadísticas para caracterizar y encontrar diferencias significativas en la población analizada, entre ellas, diferencias de género.

Metodología

El diseño del instrumento se realizó en varias etapas, de acuerdo con CARRETERO-DIOS, PÉREZ (2005), primero se delimitó conceptualmente el cuestionario y sus dimensiones. Una vez bien definido lo que se esperaba medir, se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica sobre investigaciones al respecto que hubiesen diseñado un cuestionario para recabar la información requerida. Al no encontrar uno que se adaptara a las necesidades planteadas por esta investigación, se optó por diseñar uno, con los ítems redactados de acuerdo con la población de estudio y a cada una de las dimensiones. Enseguida los ítems fueron evaluados por expertos según los criterios conceptuales considerados (mayo de 2012). Una vez evaluado y corregido se adelantó una prueba piloto a una población con características similares a la investigada (junio de 2012). Por último, se aplicó el cuestionario a la población de estudio y se hizo su análisis estadístico (primer semestre de 2013). A continuación se detalla cada una de las etapas del diseño del cuestionario.

Delimitación conceptual

De acuerdo con CARRETERO-DIOS, PÉREZ (2005), ARRIBAS (2004) y RODRÍGUEZ, GIL, GARCÍA (1999) el primer paso para el diseño de un cuestionario es su delimitación conceptual, para el caso de este estudio es definir la práctica docente. En tal sentido, esta se delimita como una práctica profesional integral, en donde se considera que un docente, además de los conocimientos de su profesión (disciplinarios, pedagógicos y tecnológicos), es relevante lo que tiene que ver con sus valores y su condición de formador de otros seres humanos. Todo lo anterior, acotado a un área específica: la enseñanza de las matemáticas en un campus donde se imparten carreras de ciencias exactas y las ingenierías. De esta forma, para el cuestionario de la práctica profesional integral de profesorado se establecieron las siguientes dimensiones: ética, pedagógica, científica, humanista y tecnológica.

La primera dimensión del cuestionario se refiere a la ética, la cual de acuerdo con DURÁN (2002), es una parte de la filosofía que estudia lo que es bueno o malo para el ser humano y se refleja en valores como fortaleza, generosidad, veracidad, solidaridad, tolerancia, responsabilidad, humildad, entre otros. La ética en la actividad educativa tiene un impacto directo sobre la vida de las personas.

De lo que el docente haga o deje de hacer en la escuela, dependerá, en buena medida, las oportunidades que les brinde a sus alumnos para adquirir los saberes y desarrollar las capacidades que les permitan construir su proyecto de vida (MORENO, 2011 p. 132).

En esta investigación el aspecto ético de la práctica docente se retomó desde dos ámbitos: el profesional y el personal. El profesional, visto desde una ética aplicada, en donde se llevan a la práctica los principios morales y modos de actuar éticos de la profesión esto es, “los deberes y obligaciones que se articulan en un conjunto de normas o códigos de cada profesión” (BOLÍVAR, 2005 p. 96). El segundo ámbito, el personal, se analiza desde los valores, hábitos y metas que marcan la actuación profesional desde la vivencia personal. La práctica educativa como resultado de la integración de los aspectos cognitivos, morales y habilidades del profesorado.

Para el análisis de la práctica docente el aspecto pedagógico se ha retomado solo desde la pedagogía que tiene que ver con la didáctica, y esta entendida como la disciplina científico-pedagógica cuyo objeto es el estudio de los procesos y elementos en la enseñanza y el aprendizaje. Para este caso, solo se atendió lo relacionado con el profesorado, en específico, sobre la planeación del curso, la actuación en el aula y la evaluación.

En la planeación, vista como la parte medular para alcanzar los objetivos del curso, se refleja la toma de decisiones del qué, cómo y cuándo enseñar. Es la sistematización de la labor docente que mejora su práctica a través de la reflexión y la toma de conciencia de su papel de formador. WOOLFOLK

(2006) indica que después de observar a varios profesores que planeaban, se encontraron con que esta afecta lo que los estudiantes aprenden.

La actuación en el aula, por su parte, permite identificar el tipo de relaciones que el profesorado establece con sus alumnos, especialmente de convivencia y orden, en donde el respeto y la confianza sean la base de la relación. Las rutinas que el docente establece en el salón de clases condicionan el avance del estudiantado. Como señalan DÍAZ *et al.* (2010), en el aula ocurren los eventos que posibilitan el proceso de enseñanza/aprendizaje, es donde se aterriza la planeación.

La evaluación tiene importantes implicaciones en el proceso de aprendizaje, puesto que al decidir qué contenidos y cómo evaluarlos se está dando prioridad a unos conocimientos y dejando de lado otros. Además, la evaluación es información, tanto para identificar los conocimientos adquiridos por el estudiante, como de la eficacia de las estrategias de enseñanza. La evaluación es una actividad compleja y, en la mayoría de los casos, el profesorado universitario cuenta con pocos elementos para afrontarla, puesto que no ha recibido la formación para ello (MORENO, 2011). El profesor se convierte en un personaje al que el estudiantado debe complacer para obtener buena nota, esto convierte al primero en un ser poderoso frente a los segundos; y si no se tienen las herramientas para hacer buen uso de este poder, habrá repercusiones sobre el proceso de enseñanza/aprendizaje, en donde el conocimiento del profesor es incuestionable, lo que pone un freno a la creación de conocimiento en el alumnado (VILLARROEL, 1995).

Otra dimensión de la práctica docente es el aspecto científico, el cual tiene que ver con la formación disciplinar del profesorado, vista desde la adquisición de nuevos conocimientos relacionados con la disciplina que enseña, tanto para su análisis y aplicación, así como para su vinculación con otras áreas del conocimiento. El profesorado que no es un científico se le otorga el papel de ser un mediador entre la ciencia y su enseñanza, por lo que es importante que conozca el área de conocimiento

que enseña más allá de lo que enseña, para poder generar procesos de conocimiento compartidos con sus alumnos. Esto significa construir su conocimiento del área que enseña para apoyar a los estudiantes en este mismo proceso de construcción. La apropiación de conocimientos científicos del área que enseña indiscutiblemente tendrá como resultado una mejora en su enseñanza (ESPINOZA, PÉREZ, 2003)

Para la incorporación del aspecto humanístico en el análisis de la práctica docente, se parte de la visión de una pedagogía humanista, en donde se reconoce al docente universitario como un ser humano formador de otros seres humanos. Esta perspectiva debe tomar en cuenta las condiciones reales y expectativas del estudiantado para encontrar la mejor manera de enseñar, que considere la sensibilidad, inteligencia, autonomía y solidaridad en la persona. No existe mejor fin en la enseñanza que el generar humanidad, que los aprendices logren dar sentido a su vida potenciado el desarrollo de su personalidad con herramientas no solo para la profesión sino también para su humanización (ESPINOZA, PÉREZ, 2003).

Finalmente, la tecnológica es la última dimensión a incorporar en el diseño del cuestionario para el estudio de la práctica docente de profesores de matemáticas. Esta se revisa desde el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y su importancia en la generación de nuevos aprendizajes. De acuerdo con GARCÍA, CASTILLO, AGUILERA (2008), el alumnado que no cuente con las competencias para manejarlas será considerado un *analfabeto cibernético*, por lo que dejarlas fuera del proceso de enseñanza/aprendizaje en el aula significa restar oportunidades en la futura vida profesional del estudiantado. Además, son una poderosa herramienta para acceder a nuevos conocimientos, lo que permite seguir aprendiendo durante toda la vida productiva.

Para su análisis se considera el uso que el profesorado hace de las TIC desde dos aspectos. El primero tiene que ver con la integración en el aula de los recursos digitales, como *software*, documentos, página web, blogs, wikis, audio, video, y demás que

apoyen el aprendizaje. El segundo está relacionado con el uso que hacen de internet para acceder a la información y al conocimiento, tanto de su área disciplinar como pedagógica. En la medida que el profesorado utilice las TIC para resolver los problemas que se le presentan en su cotidianidad, posibilitará que siga incorporando y mejorando su uso con sus alumnos.

Diseño de ítems

Para el diseño de ítems es necesario tener bien definida la población de estudio (CARRETERO-DIOS, PÉREZ, 2005; ARRIBAS, 2004; RODRÍGUEZ, GIL, GARCÍA, 1999), en este caso, la población de referencia para el diseño del cuestionario sobre la práctica profesional es el profesorado del departamento de matemáticas de un campus de la Universidad de Guadalajara.

Una vez delimitadas y definidas las dimensiones de análisis del cuestionario y su población de estudio, se hizo una revisión bibliográfica sobre la existencia de otros instrumentos que incluyera las cinco dimensiones de interés (CAMARGO, PARGO, 2008; GÓMEZ *et al.* 2008; BECERRA *et al.* 2012; ALMERICH *et al.* 2011; KARSENTI, LIRA 2011; LÓPEZ, ESPINOZA, FLORES, 2006; PEDRAZA *et al.* 2013).

Como tal, no se encontró ningún cuestionario que cumpliera con todas las características necesarias para el trabajo, pero sí se encontraron algunos que atendían aspectos específicos, por ejemplo, para la dimensión ética se tomó como base el trabajo realizado por ESTEBARANZ (1991), que, a pesar de ser de carácter etnográfico con preguntas abiertas, sirvió como referencia para la redacción de los ítems de ese apartado del instrumento. Para la parte pedagógica, se tomó la *Guía de autoevaluación para la mejora de la docencia universitaria*, de la Universitat de Jaume I, en lo referente a la planificación, actuación y evaluación del curso. Para el resto de apartados del cuestionario (humanista, científico y tecnológico) el diseño de los ítems estuvo a cargo del grupo de investigación.

Inicialmente el cuestionario se construyó a partir de la escala Likert, en donde se enlistan una serie de afirmaciones y el profesor o profesora manifiestan su aceptación o rechazo a través de cinco opciones que establecen el nivel de acuerdo: 1) totalmente en desacuerdo, 2) en desacuerdo, 3) ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4) de acuerdo, y 5) totalmente de acuerdo. Se optó por esta escala por ser de fácil diseño y especial para medir actitudes y opiniones (MÉNDEZ, PEÑA, 2006).

Uno de los problemas de esta escala es que existe un sesgo hacia el acuerdo (BARNETTE, 2000). Una forma de disminuir este sesgo fue agregar una especie de cuestionario paralelo en donde después de que el docente anota su opinión (acuerdo) sobre cada aspecto, se le pregunta por el nivel de su práctica en relación al mismo, en una escala de 0 a 10. La instrucción fue la siguiente: "Tomando en consideración la afirmación, no tu grado de acuerdo o desacuerdo, en una escala de 0 a 10, ¿en qué medida la llevas a la práctica?".

De esta forma se busca un instrumento que con las opciones tipo Likert recoja la opinión y creencias del docente sobre los diferentes aspectos del cuestionario; y con la escala 0 a 10 su nivel de práctica de estos. Distinguir lo que se opina de lo que se hace en la práctica educativa es clave, puesto que esto último está influido, además de por la coherencia del profesor, también por elementos relacionados con el contexto y los recursos educativos, entre otros. Por ejemplo, se puede estar de acuerdo con el uso de las TIC en la educación, pero por diferentes restricciones de los espacios educativos, de los programas escolares, capacitación del profesor, etc., en la práctica se pudiera usar poco. Esta doble información fue posible obtenerla para la mayoría de los ítems, excepto en seis, ya que por las características de la afirmación no se asocia con ninguna práctica (véase nota de tabla 1).

Evaluación de ítems por jueces

Para obtener una lista depurada de ítems que formarán el cuestionario, la literatura especializada

sugiere que a partir de la delimitación conceptual se desarrolle una amplia gama de posibles ítems, y que luego estos empiecen a evaluarse por un panel de expertos (CARRETERO-DIOS, PÉREZ, 2005). Esto es precisamente lo que se hizo: primero, se redactó un listado exhaustivo de afirmaciones por cada una de las cinco dimensiones en las que se decidió estructurar el cuestionario (ético, pedagógico, científico, humanístico y tecnológico) en función de la delimitación conceptual expuesta. Este listado inicial, con un total de 147 propuestas de ítems, se envió para su revisión a cuatro académicos de tiempo completo del mismo campus universitario, dos de los cuales realizan investigación educativa.

A estos académicos se les solicitó valorar la pertinencia de cada una de las afirmaciones en una escala de 0 a 10; tomando en consideración si el ítem fue redactado en forma clara y evalúa la dimensión en cuestión. Como resultado de esta valoración, se eliminaron 88 afirmaciones de las 147 propuestas, para un total de 59. Las eliminadas fueron las que obtuvieron valoraciones bajas (menores a 7,0).

Además, se realizaron correcciones menores en la redacción de 21 de las que no se eliminaron. Enseguida, estos cambios se sometieron a valoración del grupo de investigación para, de acuerdo con las observaciones de los jueces, determinar si se cumplía con ellas. También se decidió, en las afirmaciones donde fuera necesario, utilizar un lenguaje de género, para lo cual se siguieron las recomendaciones presentadas en MARTÍNEZ (2012).

Prueba piloto

Como es recomendado en la literatura, el siguiente paso en la elaboración de un cuestionario es realizar una prueba piloto a un grupo de personas que tengan características similares de la población de estudio (CARRETERO-DIOS, PÉREZ, 2005; ARRIBAS, 2004; RODRÍGUEZ, GIL, GARCÍA, 1999). Esta aplicación busca detectar problemas, dificultades o errores en la versión preliminar del instrumento. En este caso la prueba piloto se aplicó a 26 docentes que impartían cursos de matemáticas en otro centro universitario

con carreras similares a las de la población de estudio. Como resultado de esta prueba se encontraron problemas de interpretación.

En cuanto a las instrucciones sobre el llenado del instrumento, estas fueron mejoradas para reducir las posibilidades de confusiones en su diligenciamiento. Por ejemplo, se vio que en el apartado de la dimensión ética, el uso de las opciones convencionales de la escala Likert facilitaba que el profesorado se adhiriera a lo que socialmente se considera correcto. Por ello, en lugar de preguntar lo que ellos consideran el deber ser, se preguntó por lo que consideran hacen el resto de sus compañeros (véase tabla 1). Porque finalmente lo que se busca es caracterizar la práctica educativa de una comunidad.

Igualmente se modificaron los aspectos pedagógicos y científicos, la diferencia fue que se preguntó por porcentaje. Este cambio en la forma de preguntar en estos apartados, además de disminuir el sesgo hacia la aprobación (BARNETTE, 2000), también refleja el grado de conocimiento o por lo menos las opiniones que se tiene de los compañeros de trabajo.

Otra de las modificaciones realizadas como resultado de la prueba piloto fue la eliminación de 13 de las 59 afirmaciones del instrumento, con el objetivo de reducir la extensión. El criterio para su eliminación fue considerar las de menor trascendencia o que hubiera cierta similitud en ítems, por lo que tal redundancia no era estrictamente necesaria.

Como resultado final se obtuvo un instrumento de 14 preguntas o valoraciones agrupadas en cinco apartados, como se muestra en la tabla 1.

Aplicación del cuestionario y análisis de resultados

Los resultados de la prueba piloto permitieron contar con un instrumento que estaba listo para aplicarlo a una mayor cantidad de profesores de la población de estudio. En efecto, de acuerdo con la literatura, el cuestionario corregido a partir de la prueba piloto debe ser evaluado mediante una adecuada aplicación y validación de la consistencia de sus resultados.

La población de estudio estuvo conformada por 135 profesores del Departamento de Matemáticas de un campus de la Universidad de Guadalajara orientado a las ciencias exactas y las ingenierías. Del total de docentes, 74 son de carrera o tiempo completo y 61 de tiempo parcial (asignatura). De este universo, se buscó encuestar al ciento por ciento. Al final se logró que 95 profesores contestaran de forma completa el cuestionario resumido en la tabla 1.

De los encuestados en esta etapa de evaluación del cuestionario, 81 fueron hombres y 54 mujeres. Las edades de las mujeres estuvieron entre 25 y 62 años; y la de los hombres entre 25 y 60. Aunque, en general, las mujeres tuvieron un perfil más joven, puesto que el 50 % de ellas tenía 39 o menos años; mientras que ellos el 50 % tenía 51 o menos años.

Para analizar la consistencia de los resultados obtenidos con el instrumento y entender mejor la manera en que está midiendo este instrumento, se aplicó la técnica estadística multivariada de análisis de factores (AF), que busca explicar la relación entre un conjunto de variables originales –los ítems en este caso–, en términos de un número pequeño de nuevas variables no observables llamadas *factores* (AFIFI, MAY, CLARK, 2012). En general, cuando un cuestionario tiene muchos ítems, como es el caso, se complica hacer un análisis que resuma la información más relevante (GUTIÉRREZ *et al.* 2014). En estas circunstancias, es propicio aplicar el AF a los resultados, con el propósito de detectar unas cuantas variables o factores subyacentes que ayudan a explicar y entender la información que aportan las variables o ítems originales de la encuesta (AFIFI, MAY, CLARK, 2012). Usualmente cuando el cuestionario está bien diseñado y se aplica de manera consistente, con el AF es posible encontrar tales factores. Esto hace que este método estadístico sea utilizado como una herramienta de apoyo en la construcción y validación de cuestionarios (véase HILL, HUGHES, 2007; BRODER, MCGRATH, CISNEROS, 2007; GUTIÉRREZ *et al.* 2014).

Con los pocos factores obtenidos fue posible evaluar para luego caracterizar la práctica docente, además de realizar comparaciones, como las de

Tabla 1. Dimensiones, valoraciones, ítems y escalas de medición del cuestionario.

| Dimensiones | | | | Medición |
|--|------------------|--|----------------|---|
| Ética | | | | Escala |
| 1. Una meta importante para la vida profesional del profesorado universitario es: | | | | Totalmente en desacuerdo, En desacuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, De acuerdo y Totalmente de acuerdo |
| 1a. Obtener un posgrado. | | | | |
| 1b. Obtener reconocimientos como ser perfil PROMEP o ser miembro del SNI. | | | | |
| 1c. Lograr premios y distinciones por su labor. | | | | |
| 2. Una buena meta en la vida es ser un profesionista: 2a. Exitoso(a). 2b. Honesto(a) | | | | |
| 3. Cuando un(a) estudiante comete una falta grave dentro del aula (de acuerdo con tu criterio de lo que es grave) se le sanciona: | | | | |
| 3a. Sacándolo(a) del salón de clases. | | 3b. Ridiculizándolo(a) enfrente de sus compañeros. | | |
| 3c. Bajándole puntos de su calificación. | | 3d. Reprobándolo(a). | | |
| 4. El alto índice de reprobación en matemáticas se debe a: | | | | |
| 4a. La dificultad de los conceptos matemáticos. | | | | |
| 4b. Mala formación matemática del estudiantado en los niveles anteriores. | | | | |
| 4c. Predisposición negativa hacia las matemáticas por parte del estudiantado. | | | | |
| 4d. Mala formación de los (los) docentes sobre la didáctica de las matemáticas. | | | | |
| 4e. Deficiente comprensión de los conceptos matemáticos por parte del profesorado. | | | | |
| 5. En tu opinión, ¿en qué medida el profesorado que conoces del Departamento de Matemáticas practica los siguientes valores? | | | | Nada, Poco, Algo, Mucho y No sé |
| 5a. Honradez. | 5b. Solidaridad. | 5c. Amor. | 5d. Prudencia. | |
| 5e. Responsabilidad. | 5f. Respeto. | 5g. Integridad. | 5h. Tolerancia | |
| Pedagógicos | | | | |
| 6. En tu opinión ¿qué porcentaje del profesorado que conoces del Departamento de Matemáticas realiza las siguientes actividades? | | | | De 0 a 25 %, de 26 al 50 %, 51 al 75 %, 76 al 100 % y No sé |
| 6a. Planea el curso con las actividades que el estudiantado realizará durante todo el semestre. | | | | |
| 6b. En la planeación del curso incluye mecanismos para potenciar la autoevaluación del estudiantado. | | | | |
| 6c. Coordina con otros(as) docentes los aspectos relevantes de la asignatura (objetivos, contenidos y evaluación). | | | | |
| 6d. Fomenta el aprendizaje independiente del estudiantado. | | | | |
| 6e. Relacionar el contenido de la clase con lo que ya conocen los (las) estudiantes. | | | | |
| 6f. En el aula promueve buenas relaciones de trabajo con los (las) estudiantes. | | | | |
| 6g. Al iniciar la nueva sesión, realiza junto con el estudiantado un resumen de la clase anterior. | | | | |
| 6h. Establece claramente los criterios a seguir para evaluar los conocimientos de los (las) estudiantes. | | | | |
| 6i. Realiza una evaluación inicial al comenzar el curso para estimar los conocimientos previos del estudiantado. | | | | |
| 6j. En cada evaluación, comenta con los (las) estudiantes los resultados obtenidos. | | | | |
| Científica | | | | Valoración |
| 7. En tu opinión ¿qué porcentaje del profesorado que conoces del Departamento de Matemáticas realiza las siguientes actividades? | | | | De 0 a 25 %, de 26 al 50 %, 51 al 75 %, 76 al 100 % y No sé |
| 7a. Se actualiza permanentemente en Didáctica de las Matemáticas. | | | | |
| 7b. Conoce los avances tecnológicos en donde se aplican los conocimientos matemáticos de su asignatura. | | | | |
| 7c. Saben vincular los contenidos que imparten con las otras disciplinas de las ciencias exactas y las ingenierías. | | | | |
| 7d. Periódicamente leen revistas científicas relacionadas con las materias que imparten. | | | | |
| 7e. Consultan con sus colegas aquellos temas en los que tiene problemas para enseñar. | | | | |
| 7f. Se atreven a poner en práctica en el aula aspectos didácticos previamente investigados. | | | | |
| Humanista | | | | Escala |
| 8. Para tener mejores resultados en su enseñanza el profesorado debe tener conocimientos de pedagogía. | | | | Totalmente en desacuerdo, En desacuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, De acuerdo y Totalmente de acuerdo |
| 9. Los (las) docentes también promueven valores en el aula. | | | | |
| 10. Enseñando matemáticas se promueven cuestiones como tolerancia, equidad, libertad, democracia, respeto. | | | | |
| Tecnológica | | | | Escala |
| 11. El <i>software</i> libre es una alternativa para enseñar matemáticas como por ejemplo: wxMaxima, SageNotebook; FreeMat, Kile, LabPlot. | | | | Totalmente en desacuerdo, En desacuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, De acuerdo y Totalmente de acuerdo |
| 12. Los <i>software</i> como el Maple, GeoGebra, Statgraphics son una buena herramienta para el aprendizaje. | | | | |
| 13. Las plataformas como Moodle son de gran apoyo para el proceso de enseñanza/aprendizaje. | | | | |
| 14. La internet es difícil de usar por tanta información que proporciona. | | | | |

Nota: Sección de Práctica. Todas las preguntas, con excepción de la 4 y 14, incluyen la respuesta del docente encuestado sobre en qué medida lleva a la práctica el ítem correspondiente, en una escala de 0 a 10.

Fuente: elaboración propia.

género. Para identificar estas diferencias de género, se crearon tablas de contingencia con los ítems asociados a cada uno de los factores. Igualmente, para ver si había alguna asociación entre las respuestas y el género se aplicó la prueba Ji-cuadrada (AGRESTI, KATERI, 2011). Con el mismo objetivo de identificar diferencias significativas por sexo, a las respuestas que tienen que ver con la práctica educativa se les realizó una comparación de medias con la prueba *t-student* (GUTIÉRREZ, DE LA VARA, 2012). Todos los análisis se efectuaron con el *software* estadístico *Statgraphics* versión XV.II.

Además para tener una medida resumen de la consistencia interna del instrumento se calculó el coeficiente alfa de Cronbach para las dos partes del cuestionario (opinión y autovaloración). Este coeficiente se obtiene de las varianzas de las respuestas de los ítems que forman parte de un instrumento; y cuanto más cerca se encuentre el valor de este coeficiente de 1,0, mayor es la consistencia interna de los ítems analizados. En general, un valor de alfa de Cronbach mayor a 0,70 se considera aceptable para la confiabilidad de un instrumento (CRONBACH, 1951). Los cálculos de este coeficiente se hicieron con *Minitab* versión 18.

Análisis de factores de la opinión del profesorado

Para aplicar el AF, las cinco opciones de respuestas (de los 45 ítems del cuestionario que se muestran en la tabla 1) se codificaron en una escala ordinal con valores del 1 al 5. El AF se hizo sobre los datos estandarizados mediante el método clásico y la

rotación varimax (AFIFI, MAY, CLARK, 2012). En la tabla 2 se muestran los primeros factores junto con el porcentaje de variabilidad que explica cada uno, que se asocia a los valores propios de la matriz de correlaciones entre los ítems. El primero, por ejemplo, explica el 32,9 % de la variabilidad total de los datos. Considerando la variación acumulada y la magnitud de los valores propios asociados a cada factor (AFIFI, MAY, CLARK, 2012), es adecuado en este caso seleccionar los primeros seis factores, que en conjunto explican el 74,6 % de la variación total. Lo que implica que hay seis factores subyacentes con los que se puede analizar e interpretar los resultados del instrumento en cuestión para caracterizar las opiniones de la práctica docente con sus 45 ítems.

Para identificar la naturaleza de estos seis factores es necesario analizar los ítems del instrumento que se asocian a cada factor, lo cual se puede observar en la matriz de cargas (AFIFI, MAY, CLARK, 2012), que se muestra en el anexo 1. Después de la rotación varimax, cuando la estructura de correlación es fuerte se puede asociar con cierta facilidad los ítems que se relacionan más con cada factor; ya que los ítems que se asocian a un factor tendrán cargas mayores en ese factor y menores en el resto (AFIFI, MAY, CLARK, 2012). Así el factor 1 se asocia claramente con 16 ítems que van del 6a hasta el ítem 7f. Al analizar la tabla 1, se observa que estos ítems se relacionan con las dimensiones pedagógica y científica.

De la misma manera, los ocho ítems del 5a al 5h, cuyas cargas están entre 0,36 a 0,73, se relacionan con el factor 2, los cuales tienen que ver con la

Tabla 2. Porcentaje de varianza explicada por los factores de las respuestas opinión.

| Factor | Valor propio | Porcentaje de varianza explicada | Porcentaje acumulado | Índice de ponderación |
|--------|--------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | 9,26 | 32,9 | 32,9 | 0,44 |
| 2 | 3,64 | 12,9 | 45,8 | 0,17 |
| 3 | 2,93 | 10,4 | 56,2 | 0,14 |
| 4 | 1,95 | 6,9 | 63,1 | 0,09 |
| 5 | 1,67 | 5,9 | 69 | 0,08 |
| 6 | 1,59 | 5,6 | 74,6 | 0,08 |

Fuente: elaboración propia.

dimensión ética en su pregunta sobre valores (tabla 1). Por lo que este factor resume la opinión de los docentes del Departamento de Matemáticas sobre qué tanto sus compañeros practican valores como honradez, solidaridad, amor, prudencia, responsabilidad, respeto, integridad y tolerancia.

El factor 3, se asocia con claridad a los cinco ítems que van de 1a hasta el 2b; que tienen que ver con metas, relativas a la dimensión ética del instrumento; que al sumarse para dar origen de forma preponderante al factor 3, reflejan la importancia que el profesorado le da a al cumplimiento de metas, obtener premios y reconocimientos, y a ser exitosos y honestos.

El factor 4 se forma con una presencia dominante por los pesos del ítem individual 4d y los cuestionamientos 8, 9, 11, 12 y 13 que, como ya se indicó, solo contienen un ítem; como se puede ver en la tabla 1, los últimos cinco agrupan aspectos de la dimensiones humanista y tecnológica principalmente.

El factor 5 se relaciona con cuatro ítems que van del 3a al 3d; y que contemplan otro aspecto de la dimensión ética relacionado con la opinión del docente sobre el tipo de sanciones a aplicar a los alumnos por faltas graves dentro del aula.

Por último, el factor 6 incluye dos ítems (4a y 4b), que se relacionan con otro aspecto de la dimensión ética, que sintetiza las opiniones del docente sobre las causas del alto índice de reprobación en matemáticas. La síntesis del análisis de asociar cada ítem a un factor se muestra en la tabla 3.

Como se observa en la tabla 3, todas las dimensiones de la tabla 1 quedaron representadas en los seis factores. La dimensión ética, al ser la que tiene más ítems, se reparte en cuatro temas, aunque dos de sus ítems no se vieron representados en ningún factor, el 4c (Predisposición negativa hacia las matemáticas por parte del estudiantado) y el 4e (Deficiente comprensión de los conceptos matemáticos por parte del profesorado). Las dimensiones pedagógica y científica quedan muy bien representadas puesto que todos sus ítems quedaron considerados en el factor 1. Las de menor representación fueron la humanista y la tecnológica, al quedar fuera un ítem en cada una de ellas, el ítem 10 (Enseñando matemáticas se promueven cuestiones como tolerancia, equidad, libertad, democracia, respeto) e ítem 14 (La internet es difícil de usar por tanta información que proporciona) y aparecen en los factores con menos peso explicativo en la variabilidad.

La clara agrupación de 40 de 45 ítems de la tabla 1 en los seis factores, de acuerdo con la dimensión y tema que abordan, es un aspecto muy positivo de la consistencia de las respuestas y por ende del diseño del cuestionario. Ya que al realizar los cálculos del AF no entra de ninguna forma el tipo de ítem que representa cada variable; es decir, en este caso los 45 ítems entran en igualdad de circunstancias; por lo que, el hecho de que el AF los agrupe según la dimensión y tema que representan, habla positivamente de la estructura del cuestionario (véase HILL, HUGHES, 2007; BRODER, MCGARTH, CISNEROS, 2007; GUTIÉRREZ *et al.* 2014).

Tabla 3. Representación de las dimensiones en cada factor de las opiniones del profesorado.

| Factor | Dimensión-tema | Ítems |
|--------|-------------------|---|
| 1 | Pedagógica | 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h, 6i y 6j |
| | Científica | 7a, 7b, 7c, 7d, 7e y 7f |
| 2 | Ética-Valores | 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g y 5h |
| 3 | Ética-Metas | 1a, 1b y 1c 2a y 2b |
| 4 | Humanista | 8 y 9 |
| | Tecnológica | 11, 12 y 13 |
| 5 | Ética-Sanciones | 3a, 3b, 3c y 3d |
| 6 | Ética-Reprobación | 4a y 4b |
| | Total ítems | 40 de 45 |

Fuente: elaboración propia.

Relación entre los factores y el género del profesorado

De acuerdo con los elementos teóricos del AF, los seis factores subyacentes permiten explicar el fenómeno bajo estudio (AFIFI, MAY, CLARK, 2012). Un aspecto importante del AF es la reducción de la dimensión del estudio o del problema, de tal forma que en lugar de analizar el resultado de cada uno de los 40 ítems se analizan los resultados de los seis factores. Esto normalmente se hace calculando las puntuaciones factoriales para el total de individuos entrevistados¹.

En el caso de este trabajo se tenía interés en hacer análisis por sexo, lo cual se podría realizar comparando las puntuaciones factoriales de cada factor para hombres y mujeres. En lugar de esto y con la idea de efectuar la comparación a partir de las respuestas originales, sin ninguna transformación, lo que se hizo fue considerar los ítems asociados a cada factor, y con ellos generar una tabla de contingencia; donde se clasifican por género las respuestas obtenidas, y se aplica una prueba Ji-cuadrada para ver si hay una asociación entre género y respuestas (AGRESTI, KATERI, 2011).

En la tabla 4 se muestra cómo se agruparon las respuestas de los correspondientes ítems ligados a cada factor; para así formar la correspondiente tabla de contingencia con los porcentajes de resultados por género, en donde las escalas de cinco respuestas se redujeron a tres (de 0 a 50 %, 51 a 100 % y No sé). Se hizo esto debido que la tabla de contingencia original para cada ítem tenía dos renglones y cinco columnas, y en algunos casos había muy pocas respuestas en alguna de las celdas, lo que violaba uno de los supuestos necesarios para aplicar la prueba Ji-cuadrada (AGRESTI, KATERI, 2011). También se reporta para cada factor, el valor del estadístico de la prueba Ji-cuadrada, su valor-p, que se compara con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$ para generar la conclusión.

Como se observa en la tabla 4, solo los factores 2 y 3 presentaron diferencias significativas, esto se puede observar en los correspondientes porcentajes de las respuestas de hombres y mujeres y se comprueba con los resultados de la prueba Ji-cuadrada para independencia entre respuestas y género. Por ejemplo, para el caso del factor 2, el valor del estadístico de prueba es igual a 9.683; que le corresponde un valor-p de 0,0079; por lo que se rechaza la hipótesis de independencia entre respuesta para los ítems del factor 2 y género; y se concluye que existe una diferencia significativa entre profesoras y profesores respecto a su opinión sobre en qué nivel sus compañeros y compañeras del departamento practican valores de honradez, solidaridad, amor, prudencia, responsabilidad, respeto, integridad y tolerancia. En particular, se puede afirmar que las mujeres de esta población de estudio tienen una percepción más optimista que los hombres respecto a la práctica de valores de sus colegas: 66,35 % de sus respuestas caen en *algo a mucho*; contra 62,95 % para los hombres; además ellas tienen un menor porcentaje de respuestas “No sé” (15,71 %) contra 24,11 % de ellos.

Lo mismo sucede con el factor 3 al presentar un valor-p de 0,0059 se comprueba que sí existe una diferencia significativa. Este factor tiene que ver con los ítems relacionados con las metas (véase tabla 1). El 86,67 % de las respuestas de las profesoras caen en la categoría “De acuerdo”, donde también se incluye el “Totalmente de acuerdo”; mientras que el correspondiente porcentaje de los profesores es de 80,00 %. Además, se destaca que 6,18 % de las respuestas de ellos caen en las categorías de “En desacuerdo” con las metas planteadas para los docentes.

En el resto de factores (1, 4, 5 y 6) no se encontró dependencia de las respuestas con el género del profesorado (véase detalles y porcentajes tabla 4).

1 En general si se tienen p variables, las cuales se han estandarizado, entonces el puntaje del factor 1 para el individuo i de la muestra, denotado con $F_{i,1}$, se obtiene con $F_{i,1} = \alpha_{11}z_{i,1} + \alpha_{12}z_{i,2} + \alpha_{13}z_{i,3} + \dots + \alpha_{1p}z_{i,p}$ donde α_{1j} son las cargas del factor 1 para cada una de las p variables y z_{ij} es el valor estandarizado de la variable j para el individuo i .

Análisis de factores para la práctica autovalorada

Como se explicó antes, además del juicio u opinión del profesorado, en todas los cuestionamientos o valoraciones, con excepción de la 4 y la 14, se le preguntó al encuestado sobre en qué medida llevaba a la práctica el ítem correspondiente, y la respuesta

la reportó en una escala de 0 a 10. Para analizar la consistencia de las respuestas de los 39 ítems de esta otra parte del cuestionario también se aplicó un AF para datos estandarizados con una rotación varimax (AFIFI, MAY, CLARK, 2012). En la tabla 5 se ve que los primeros siete factores explican el 82,7 % de la variación total de las respuestas de los 39 ítems.

Tabla 4. Tablas de contingencia para respuestas por género de los ítems relacionados con cada factor sobre la opinión del profesorado.

| No. de factor / dimensión que involucra | Sexo | Porcentaje de respuestas de los ítems asociados a cada factor | | | Diferencias de género/Ji-cuadrada | | |
|---|------|--|--------------------|----------------|-----------------------------------|---------|----------------------|
| | | 0 a 50 % | 51 a 100 % | No sé | Ji-cuadrada | Valor-p | Diferencia |
| F1: Pedagógica y científica | F | 36,56 | 27,54 | 35,90 | 0,225 | 0,8937 | No significativa |
| | M | 36,94 | 26,45 | 36,61 | | | |
| F2: Ética-Valores | | De nada a poco | De algo a mucho | No sé | 9,683 | 0,0079 | Significativa |
| | F | 17,95 | 66,35 | 15,71 | | | |
| | M | 12,95 | 62,95 | 24,11 | | | |
| | | En desacuerdo* | De acuerdo** | Indiferente*** | | | |
| F3: Ética-Metas | F | 0,51 | 86,67 | 12,82 | 10,272 | 0,0059 | Significativa |
| | M | 6,18 | 80,00 | 13,82 | | | |
| F4: Humanista y Tecnología | F | 5,16 | 76,77 | 18,06 | 1,602 | 0,4489 | No significativa |
| | M | 7,76 | 77,63 | 14,61 | | | |
| F5: Ética- Sanciones | F | 66,67 | 16,34 | 16,99 | 0,507 | 0,7761 | No significativa |
| | M | 68,66 | 17,05 | 14,29 | | | |
| F6: Ética- Reprobación | F | 19,74 | 56,58 | 23,68 | 1,766 | 0,4135 | No significativa |
| | M | 23,53 | 56,68 | 19,79 | | | |

* Incluye: En desacuerdo y totalmente en desacuerdo. ** Incluye: De acuerdo y Totalmente de acuerdo. *** Corresponde a: Ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Porcentaje de varianza explicada por los factores para la práctica autovalorada.

| Factor | Valor propio | Porcentaje de Varianza | Porcentaje acumulado | Ponderación del factor |
|--------|--------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| 1 | 9,16 | 33,8 | 33,8 | 0,41 |
| 2 | 3,6 | 13,3 | 47,1 | 0,16 |
| 3 | 3,2 | 11,8 | 58,9 | 0,14 |
| 4 | 2,36 | 8,7 | 67,6 | 0,11 |
| 5 | 1,78 | 6,5 | 74,1 | 0,08 |
| 6 | 1,31 | 4,8 | 78,9 | 0,06 |
| 7 | 1,04 | 3,8 | 82,7 | 0,05 |
| 8 | 0,87 | 3,23 | | |

Fuente: elaboración propia.

Para identificar la naturaleza de estos siete factores subyacentes, se analiza en la matriz de cargas (anexo 2) con qué ítems se asocian a cada factor. La síntesis de este análisis se muestra en la tabla 6.

El factor 1, que explica el 33,8 % de la variabilidad, se relaciona con los ítems 5a, 5d, 5e, 5f, 5g, y 5h; que tienen que ver con la dimensión ética-valores (véase tabla 1). Cabe señalar que, aunque no tan preponderantemente, también alcanzan a figurar con cargas menores los otros dos ítems de valores (5b y 5c).

El factor 2 agrupa a los ítems 6a, 6b, 6d, 6g y 6h; que tienen que ver con la dimensión pedagógica; y también con otros tres ítems (7b, 7c, y 7d) de la dimensión científica, que se vinculan con el nivel en el que el docente dice conocer los avances tecnológicos, vincular contenidos y leer revistas científicas. El factor 3 se asocia con los ítems 3a, 3b, 3c y 3d en donde el profesorado se autoevalúa en el tema de la dimensión ética, sobre las sanciones a alumnos ante una falta grave.

El factor 4 agrupa las dimensiones: pedagógica mediante los ítems el 6c y 6i, y la dimensión científica a través de ítems 7a, 7e y 7f, en donde se valoran en su actualización didáctica, el consultar con otros compañeros y poner en práctica los aspectos didácticos investigados. El factor 5 se relaciona con los ítems 1a, 1b, 1c, 2a y 2b que se refieren a la dimensión ética en lo relativo metas. En factor 6 aparece la dimensión tecnológica con todos los ítems

de las preguntas 11, 12 y 13. Finalmente el factor 7 con los ítems 8, 9 y 10, de la dimensión humanista.

De esta manera la práctica educativa autovalorada por los docentes en los 39 ítems considerados queda adecuadamente representada por 36 de ellos, que se agrupan en los siete factores que se indican en la tabla 6. De nuevo, este resultado es positivo en cuanto a la consistencia de esta parte del cuestionario; porque al AF los ítems entran en igualdad de circunstancias y sin ninguna referencia sobre a qué dimensión o tema pertenecen. Pero el AF ha logrado separarlos adecuadamente a una gran mayoría de ellos, lo que habla bien del diseño del instrumento (HILL, HUGHES, 2007; BRODER et al. 2007; GUTIÉRREZ et al. 2014).

Diferencias de género en la autovaloración de la práctica del profesorado

Como se ha establecido antes, una de las bondades del AF es la reducción de la dimensión del problema, con lo que con solo siete factores se puede explicar el fenómeno analizado. Para esto en el caso de la autovaloración de la práctica docente, en lugar de calcular los puntajes factoriales, se procedió en forma similar a cómo se analizaron las opiniones de los profesores (tabla 5), de tal forma que se consideraron en forma directa los puntajes de los ítems asociados a cada factor. Pero ahora como cada docente hizo su autovaloración en una escala de

Tabla 6. Representación de las dimensiones en cada factor de la autovaloración de la práctica del profesorado.

| Factor | Dimensión-Tema | Ítems |
|--------|-----------------|----------------------------------|
| 1 | Ética-Valores | 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, y 5h |
| 2 | Pedagógica | 6a, 6b, 6d, 6g y 6h |
| | Científica | 7b, 7c, y 7d |
| 3 | Ética-Sanciones | 3a, 3b, 3c y 3d |
| 4 | Pedagógica | 6c y 6i |
| | Científica | 7a, 7e y 7f |
| 5 | Ética-Metas | 1a, 1b y 1c 2a y 2b |
| 6 | Tecnológica | 11, 12 y 13 |
| 7 | Humanista | 8, 9 y 10 |
| | Total | 36 de 39 |

Fuente: elaboración propia.

0 a 10, sobre en qué medida lleva a la práctica el aspecto considerado en cada ítem, es posible hacer una comparación de los puntajes promedios por género para cada factor, y para ver si las diferencias por género son significativas se aplicó la prueba *t-Student* (GUTIÉRREZ, DE LA VARA, 2012).

Así, para el factor 1 de la autovaloración de la práctica del profesorado se sumaron y promediaron los puntajes de los seis ítems indicados en la tabla 6, y el profesorado se autovalora con un promedio de 9,0 en cuanto a la práctica de los valores asociados a este factor (honestidad, prudencia, responsabilidad, respeto, integridad y tolerancia); y destaca que las mujeres se dan una valoración mayor (9,26) que la de los hombres (8,80); siendo esta diferencia significativa de acuerdo a la prueba *t-Student* considerando una significancia del 5 % (véase tabla 7).

Como se observa en los resultados de la tabla 7, también hay diferencias significativas en los factores 3, 4 y 5. Para el caso del factor 3, que resume lo relativo a qué tanto los docentes aplican sanciones a los alumnos cuando estos cometen faltas graves

(sacarlo del salón de clases, ridiculizarlo, bajarle calificación o reprobalo), se reporta un puntaje promedio del factor de 3,1, lo que indica que en general los docentes declaran que no son muy propensos a aplicar estas sanciones; sin embargo, sí existe diferencia significativa por género: mujeres con 2,54 y varones 3,55; es decir, los hombres consideran que aplican con poco mayor frecuencia dichas sanciones.

Las respuestas ligadas al factor 4 tienen un promedio de 5,8, pero con una diferencia significativa a favor de las mujeres de 6,40 contra 5,38 de los varones. Este factor se relaciona con la dimensión pedagógica (análisis de conocimientos previos, actualización didáctica, consultar con otros compañeros su problemática en el aula para buscar soluciones y poner en práctica didácticas investigadas) y la científica (coordinación entre docentes de la asignatura).

Por último, con diferencias significativas está el factor 5, que se relaciona con el cumplimiento de metas (posgrados, distinciones, éxito), en donde el profesorado se evalúa con un promedio de 7,1; y

Tabla 7. Comparación de los valores promedio por género de la suma de puntajes de los ítems asociados a cada factor para la autovaloración de la práctica docente.

| No. de factor/ aspecto que involucra | Promedio de ítems | Sexo | Promedio de ítems por genero | Diferencias en género/ <i>t-Student</i> | | |
|---|-------------------|------|------------------------------|---|---------|----------------------|
| | | | | Valor de T | Valor-p | Diferencia |
| F1: Los valores | 9,0 | F | 9,26 | 3,91 | 0,0001 | Significativa |
| | | M | 8,80 | | | |
| F2: Pedagógico y científico (Planea y Conoce) | 7,3 | F | 7,52 | 1,52 | 0,1279 | No significativa |
| | | M | 7,21 | | | |
| F3: Sanciones | 3,1 | F | 2,54 | -2,3 | 0,0218 | Significativa |
| | | M | 3,55 | | | |
| F 4: Pedagógico y científico (Evalúa y Actualiza) | 5,8 | F | 6,40 | 2,826 | 0,0049 | Significativa |
| | | M | 5,38 | | | |
| F5: Metas | 7,1 | F | 6,64 | -2,77 | 0,0058 | Significativa |
| | | M | 7,55 | | | |
| F6: Tecnológico | 4,8 | F | 4,80 | -0,21 | 0,8293 | No significativa |
| | | M | 4,90 | | | |
| F7: Humanista | 8,1 | F | 8,38 | 1,61 | 0,1066 | No significativa |
| | | M | 7,91 | | | |

Fuente: elaboración propia.

es significativamente más alto el que se asignan los hombres con 7,55 contra 6,64 las mujeres. Entre las posibles explicaciones de tal diferencia está el hecho de que, como ya se dijo, las docentes tienen un perfil más joven, situación que puede influir en que aún no alcanzan algunas de las metas consideradas.

En los ítems asociados a los factores 2, 6 y 7 no se encontraron diferencias significativas entre profesoras y profesores. En el factor 2, que refleja la autovaloración en lo pedagógico y científico (planea y conoce) el promedio de calificación es de 7,3. El factor 6, con puntaje promedio de 4,8, y se refiere al uso de *software* y plataformas como Moodle. En el factor 7 referido a la dimensión humanista, el promedio de los puntajes de los ítems asociados a ese factor es de 8,1.

Es de destacar que los promedios más altos de autocalificación sobre en qué medida los docentes llevan a la práctica el aspecto considerado, lo tienen los factores 1, 7, 2 y 5; en ese orden.

Si se revisan los dos factores más importantes para ambos análisis (opinión y práctica) se observa que los ítems del factor 1 (opinión) relacionados con las dimensiones pedagógica y científica, también quedaron aglutinados casi en su mayoría en el factor 2 (práctica) y en ambos factores la diferencia no es significativa entre hombres y mujeres. Por su parte, el factor 1 (práctica) que engloba los ítems relacionados con ética-valores, de igual forma quedaron aglutinados en el factor 2 (opinión) y ambos factores presentan una diferencia significativa entre profesores y profesoras. Este hecho es una evidencia más de la consistencia del cuestionario, considerando en este caso sus dos partes (opinión y práctica).

Confiabilidad-alfa de Cronbach

Por último, para tener una medida resumen de la consistencia interna del instrumento se calculó el coeficiente alfa de Cronbach, considerando en forma separada las varianzas de los dos tipos de respuestas. Para las respuestas relacionadas con la opinión del profesorado el valor del coeficiente fue de 0,86; mientras que para los ítems donde el docente

autovalora su práctica el coeficiente fue 0,89. Estos valores son mayores que la referencia de 0,70, por lo que se pueden considerar satisfactorios y dan una evidencia adicional sobre la consistencia y confiabilidad del cuestionario (CRONBACH 1951).

Conclusiones y recomendaciones

La importancia de conocer la práctica docente de profesores de matemáticas a nivel universitario requiere contar con instrumentos confiables y válidos que proporcionen un diagnóstico para facilitar la toma de decisiones académicas que mejoren el desempeño del profesorado.

Según los resultados, los cinco constructos propuestos para analizar la práctica docente presentan cargas factoriales satisfactorias en sus dos dimensiones: opinión y práctica, lo cual evidencia la consistencia de estos dos componentes del cuestionario.

Para la parte de opinión, con seis factores se logra explicar 74,6 % de la variabilidad total de los datos, y 40 de los 45 ítems quedan adecuadamente representados en estos factores, los cuales se asocian a las diferentes temáticas de las dimensiones del cuestionario. La parte práctica, con siete factores se explica el 82,7 % de la variación total de las respuestas; y 34 de los 39 ítems quedan bien representados en estos factores, los cuales también se asocian con las dimensiones o apartados del cuestionario.

Se recoge tanto la opinión o juicio de los docentes de los aspectos que se indagan, así como su autovaloración sobre en qué medida llevan a la práctica dichos aspectos. Distinguir entre opinión/juicios y práctica es un elemento clave cuando se quiere indagar sobre la práctica docente desde una perspectiva integral. Algo necesario en el aprendizaje de las matemáticas, que representa una de las asignaturas donde los estudiantes tienen mayores problemas.

Una de las ventajas de obtener los resultados del AF con las características descritas antes, es que se pueden hacer diferentes análisis y comparaciones con los factores subyacentes que se identificaron en el AF. Esto se ilustró por medio de la aplicación de tablas

de contingencia con su prueba Ji-cuadrada asociada, y la comparación de medias hecha con la prueba, mediante las cuales se exploró si había diferencias por género. Por ejemplo, no hubo diferencias significativas en las respuestas de ambos componentes del cuestionario (opinión y práctica) en relación a los aspectos pedagógico y científico. Caso contrario a los ítems de ética-valores, donde sí hubo diferencia significativa entre profesores y profesoras.

Los valores obtenidos del coeficiente alfa de Cronbach, que fueron mayores a 0,85 para ambas partes del cuestionario aportan una evidencia adicional en favor de la consistencia del mismo.

De esta manera con el cuestionario elaborado es posible aportar elementos de opinión sobre la práctica docente del profesorado de matemáticas en un contexto de carreras de ciencias e ingenierías. A manera de recomendaciones es importante continuar con la línea de trabajo y buscar replicar el cuestionario en una población más numerosa y verificar si los resultados confirman la validez encontrada en el presente estudio.

Referencias bibliográficas

- AFIFI, A.; MAY, S.; CLARK, V. **Practical multivariate analysis**. CRC Press. New York. 2012.
- AGRESTI, A.; KATERI, M. Categorical Data Analysis. In: **International Encyclopedia of Statistical Science**. Springer-Verlag. Berlín, Heidelberg, Alemania. 2011. pp. 968-970. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_161
- ALMERICH, G.; *et al.* Las competencias y el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación por el profesorado: estructura dimensional. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, México, v. 13, n. 1, pp. 28-42. 2011. <http://redie.uabc.mx/vol13no1/contenido-almerich-suarez.html>
- ARRIBAS, M. Diseño y validación de cuestionarios. **Matronas Profesión**, Barcelona, v. 5, n. 17, pp. 23-29. 2004.
- BARNETTE, J. J. Effects of Stem and Likert Response Option Reversals on Survey Internal Consistency: If You Feel the Need, There Is a Better Alternative to Using Those Negatively Worded Stems. **Educational and Psychological Measurement**, Santa Bárbara, EE. UU. v. 60, n. 3, pp. 361-370. 2000.
- BECERRA, C.; *et al.* Renovación de la Enseñanza Universitaria Basada en Evidencias (REUBE) Una metodología de acción flexible. **Perfiles Educativos**, México, v. 34, n. 135, pp. 62-77. 2012. IISUE-UNAM.
- BOLÍVAR, A. El lugar de la ética profesional en la formación universitaria. **Revista Mexicana de Investigación Educativa**, Ciudad de México, v. 10, n. 24, pp. 93-123. 2005.
- BRODER, H.; MCGRATH, C.; CISNEROS, G. (2007). Questionnaire Development: Face Validity and Item Impact Testing of the Child Oral Health Impact Profile. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, v. 35, n. 1, pp. 8-19. 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.2007.00401.x>
- CAMARGO, I. M.; PARDO, C. Competencias docentes de profesores de pregrado: diseño y validación de un instrumento de evaluación. **Univ. Psychol**, Bogotá. v. 7, n. 2, pp. 441-455. 2008.
- CARRETERO-DIOS, H. Y PÉREZ, C. Normas para el desarrollo y revisión de estudios instrumentales. **International Journal of Clinical and Health Psychology**, Granada. v. 5, n. 3, pp. 521-551. 2005.
- CRONBACH, L. J. Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests. **Psychometrika**, n. 16, pp. 297-334. 1951.
- DARLING-HAMMOND, L. Teacher Quality and Student Achievement: A Review of State Policy Evidence. **Education Policy Analysis Archives**, Arizona. v. 8, n. 1, pp. 1-44. 2000. <https://doi.org/10.14507/epaa.v8n1.2000>
- DE GUZMÁN, M. Enseñanza de las ciencias y la matemática. **Revista Iberoamericana de Educación**, 43, Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). pp. 19-58. 2007. <http://rieoei.org/rie43a02.pdf>
- DÍAZ, C.; *et al.* Los docentes en la sociedad actual: sus creencias y cogniciones pedagógicas

- respecto al proceso didáctico. **Polis, Revista de la Universidad Bolivariana**, v. 9, n. 25, pp. 421-436. 2010. <https://doi.org/10.4067/S0718-65682010000100025>
- DURÁN, J. G. Ética y valores. **Revista de Contaduría Pública @puntos cont@bles**, Bogotá, n. 2, pp. 11-19. 2002. Universidad Externado de Colombia. <http://revistas.uexternado.edu.co/index.php/contad/article/view/1294/1231>
- ESPAÑA. UNIVERSITAT JAUME I. **Guía de Autoevaluación para la Mejora de la Docencia Universitaria**. Adaptación de la Guía de M^a África de la Cruz Tomé. <http://www.uji.es/bin/serveis/use/formacio/millora/guia.pdf>
- ESPINOZA, N.; PÉREZ, M. La formación integral del docente universitario como una alternativa a la educación necesaria en tiempos de cambio. **Fermentum**, Mérida, Venezuela, v. 13, n. 38, pp. 483-506. 2003.
- ESTEBARANZ, A. El cuestionario como instrumento de recogida de datos cualitativos en estudios etnográficos. Un estudio sobre valores. **Enseñanza**, n. 8, pp. 115-185. 1991. http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:20441&dslID=-cuestionario_como.pdf
- FEIXAS, M. La influencia de factores personales, institucionales y contextuales en la trayectoria y el desarrollo docente de los profesores universitarios. **Educación**, Barcelona, n. 33, pp. 31-59. 2004.
- FERNÁNDEZ, J. M. Competencias docentes y educación inclusiva. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, México, v. 15, n. 2, pp. 82-99. 2013. <http://redie.uabc.mx/vol15no2/contenido-fdzbatanero.html>
- FISCHMAN, G. Imágenes de la docencia: neoliberalismo, formación docente y género. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, Mexicali, v. 7, n. 2. 2005. <http://redie.uabc.mx/vol7no2/contenido-fischman.html>
- GARBANZO, G. Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. **Revista Educación**, San José, Costa Rica, v. 31, n. 1, pp. 43-63. 2007.
- GARCÍA, J.; CASTILLO, A.; AGUILERA, R. Sociedad del conocimiento y políticas neoliberales: la escuela bajo acoso. **Revista Latinoamericana de Estudios Educativos**, México, v. 36, n. 1-2, pp. 35-59. 2008.
- GARCÍA, M.; *et al.* The Dialectic Relationship Between Research and Practice in Mathematics Teacher Education. **Journal of Mathematics Teacher Education**, n. 9, pp. 109-128. 2006. <https://doi.org/10.1007/s10857-006-0003-8>
- GÓMEZ, V.; *et al.* Instrumento de evaluación de la práctica docente en medicina. Propuesta y validación. **Revista Facultad Medicina UNAM**, México, v. 51, n. 3, pp. 99-103. 2008.
- GUTIÉRREZ, H.; *et al.* Análisis multivariado y QFD como herramientas para escuchar la voz del cliente y mejorar la calidad del servicio. **Ingeniería. Revista Chilena de Ingeniería**, Chile, v. 22, n. 1, pp. 62-73. 2014. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052014000100007>
- GUTIÉRREZ, H.; *et al.* Resultados en matemáticas en enseñanza media superior: ENLACE Jalisco y factores asociados. **Revista de Educación y Desarrollo**, n. 35, pp. 43-52. 2015.
- GUTIÉRREZ, H.; DE LA VARA, R. **Análisis y diseño de experimentos**. 3a. edición. McGraw-Hill. México. 2012.
- HAMRE, B. K.; PIANTA, R. Early Teacher-Child Relationships and the Trajectory of Children's School Outcomes Through Eighth Grade. **Child Development**, v. 72, n. 2, pp. 625-638. 2001. Blackwell Publishing on behalf of the Society for Research in Child Development Stable. URL: <http://www.jstor.org/stable/1132418>
- HILL, C.; HUGHES, J. An Examination of the Convergent and Discriminant Validity of the Strengths and Difficulties Questionnaire. **School Psychology Quarterly**, v. 22, n. 3, pp. 380-406. 2007. <https://doi.org/10.1037/1045-3830.22.3.380>
- KARSENTI, T.; LIRA, M. L. (2011). ¿Están listos los futuros profesores para integrar las TIC en el contexto escolar? El caso de los profesores en Quebec, Canadá. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, Mexicali, v. 13, n. 1, pp.

- 56-70. 2011. <http://redie.uabc.mx/vol13no1/contenido-karsentilira.html>
- LÓPEZ, M. C.; ESPINOZA, A.; FLORES, K. Percepción sobre las tecnologías de la información y la comunicación en los docentes de una universidad mexicana: el Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, Mexicali, v. 8, n. 1. 2006. <http://redie.uabc.mx/vol-8no1/contenido-espinoza.html>
- LÓPEZ, J. M. El corazón de la educación y la educación del corazón. Algunas reflexiones éticas y poéticas sobre la relación educación y valores en la obra de Pablo Latapí. **Perfiles Educativos**, México, v. 34, n. 135, pp. 178-187. 2012. IISUE-UNAM.
- MARTÍNEZ, D. M. **Práctica docente con equidad de género. Una guía de trabajo**. Centro de Estudios de Género. Universidad de Guadalajara. México. 2012.
- MÉNDEZ, L.; PEÑA, J. **Manual práctico para el diseño de la escala Likert**. Universidad Autónoma de Nuevo León y Trillas. México. 2006.
- MÉXICO. SUBSECRETARÍA DE PLANEACIÓN, EVALUACIÓN Y COORDINACIÓN. **Publicación de Resultados de PLANEA 2016**. México. 2016. http://planea.sep.gob.mx/content/general/docs/2016/DifusionPLANEA_EMS.pdf
- MORENO, T. Consideraciones éticas en la evaluación educativa. **Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación**, v. 9, n. 2, pp. 131-144. 2011. <http://www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol9num2/art09.pdf>
- MULLIS, I. V. S.; *et al.* **TIMSS 2015 International Results in Mathematics**. 2016. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE). **Programa para la Evaluación Internacional de Alumno (PISA)**. PISA 2012 Resultados México. Nota País <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-mexico-ESP.pdf>
- PALOMERA, E. Enseñar y aprender en la universidad [Presentación]. **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado. Continuación de la antigua Revista de Escuelas Normales**, v. 17, n. 2, pp. 17-20. 2003.
- PATIÑO, H. Educación humanista en la universidad. Un análisis a partir de las prácticas docentes efectivas. **Perfiles Educativos**, México, v. 34, n. 136, 23-41. 2012. IISUE-UNAM.
- PEDRAZA, N.; *et al.* (2013). Las competencias docentes en TIC en las áreas de negocios y contaduría Un estudio exploratorio en la educación superior. **Perfiles Educativos**, México, v. 35, n. 139, pp. 8-24. IISUE-UNAM. [https://doi.org/10.1016/S0185-2698\(13\)71806-3](https://doi.org/10.1016/S0185-2698(13)71806-3)
- QUINTANA, J. M. Propuesta de una Pedagogía Humanística. **Revista Española de Pedagogía**, Madrid, v. 67, n. 243, pp. 209-236. 2009.
- RODRÍGUEZ, G.; GIL, J.; GARCÍA, E. **Metodología de la investigación cualitativa**. Ediciones Aljibe, Madrid: España, 1999.
- TAYLOR, M.; COIA, L. Gender, Feminism, and Queer Theory in the Self-Study of Teacher Education Practices. **Professional Learning**, Boston, n. 17, pp. 1-171. Sense Publishers
- VILLARROEL, C. La enseñanza universitaria: de la transmisión del saber a la construcción del conocimiento. **Educación Superior y Sociedad**, v. 6, n. 1, pp. 103-122. 1995.
- WOOLFOLK, A. **Psicología Educativa**. Traducido por: Pineda, L. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. Estado de México, México, 2006.

Anexo 1.

Matriz de cargas del análisis de factores para los 45 ítems de opinión o juicio.

| Ítems | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 | Factor 4 | Factor 5 | Factor 6 |
|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1a | -0.103 | 0.026 | 0.725 | 0.18 | 0.135 | -0.028 |
| 1b | -0.02 | -0.008 | 0.777 | 0.055 | 0.118 | -0.036 |
| 1c | 0.035 | -0.01 | 0.53 | 0.015 | -0.006 | 0.035 |
| 2a | 0.012 | 0.125 | 0.425 | 0.253 | -0.046 | 0.263 |
| 2b | -0.066 | 0.134 | 0.445 | 0.279 | 0.027 | 0.094 |
| 3a | 0.006 | 0.01 | 0.164 | 0.073 | 0.459 | 0.371 |
| 3b | 0.257 | 0.081 | 0.032 | -0.231 | 0.497 | 0.131 |
| 3c | -0.081 | 0.108 | 0.171 | -0.084 | 0.681 | 0.028 |
| 3d | 0.037 | 0.217 | 0.11 | -0.15 | 0.764 | -0.014 |
| 4a | -0.005 | 0.086 | -0.032 | 0.101 | 0.286 | 0.588 |
| 4b | 0.225 | 0 | 0.09 | 0.114 | 0.026 | 0.41 |
| 4c | -0.069 | -0.096 | -0.174 | 0.065 | 0.351 | -0.011 |
| 4d | -0.221 | -0.094 | -0.301 | 0.499 | 0.242 | 0.084 |
| 4e | -0.266 | -0.132 | -0.442 | 0.242 | 0.182 | -0.006 |
| 5a | 0.047 | 0.366 | 0.195 | 0.203 | 0.273 | 0.201 |
| 5b | 0.219 | 0.417 | 0.411 | -0.039 | 0.216 | 0.037 |
| 5c | 0.108 | 0.408 | 0.022 | -0.281 | 0.115 | -0.083 |
| 5d | 0.222 | 0.641 | -0.206 | 0.076 | 0.135 | -0.277 |
| 5e | 0.293 | 0.594 | 0.108 | -0.064 | 0.026 | 0.156 |
| 5f | 0.138 | 0.601 | 0.121 | -0.044 | -0.048 | 0.034 |
| 5g | 0.112 | 0.643 | 0.247 | -0.122 | 0.055 | 0.097 |
| 5h | 0.295 | 0.737 | -0.052 | 0.028 | -0.04 | 0.046 |
| 6a | 0.645 | 0.321 | 0.018 | 0.103 | 0.053 | -0.12 |
| 6b | 0.767 | 0.12 | -0.117 | -0.037 | 0.01 | -0.064 |
| 6c | 0.624 | 0.258 | -0.101 | -0.006 | 0.212 | -0.036 |
| 6d | 0.766 | 0.165 | -0.176 | 0.017 | 0.15 | -0.152 |
| 6e | 0.711 | 0.114 | 0.201 | -0.027 | 0.098 | -0.168 |
| 6f | 0.557 | 0.157 | 0.247 | 0.051 | 0.09 | -0.267 |
| 6g | 0.767 | 0.145 | 0.145 | -0.055 | -0.029 | 0.06 |
| 6h | 0.514 | 0.104 | 0.113 | 0.173 | 0.094 | -0.298 |
| 6i | 0.673 | 0.087 | -0.078 | 0.033 | 0.025 | 0.031 |
| 6j | 0.477 | -0.039 | 0.135 | 0.12 | 0.128 | -0.352 |
| 7a | 0.719 | 0.156 | -0.062 | -0.112 | -0.177 | 0.117 |
| 7b | 0.672 | 0.155 | -0.035 | -0.338 | -0.179 | 0.153 |
| 7c | 0.781 | 0.206 | -0.006 | -0.043 | -0.014 | 0.187 |
| 7d | 0.785 | 0.051 | -0.023 | -0.139 | -0.151 | 0.315 |
| 7e | 0.6 | 0 | 0.139 | -0.061 | -0.116 | 0.174 |
| 7f | 0.74 | 0.086 | 0.083 | -0.147 | -0.074 | 0.248 |
| 8 | -0.127 | 0.058 | 0.209 | 0.637 | -0.078 | 0.207 |
| 9 | 0.068 | 0.012 | -0.043 | 0.499 | -0.191 | 0.112 |
| 10 | 0.242 | 0.04 | 0.348 | 0.139 | -0.284 | -0.106 |
| 11 | -0.005 | -0.24 | 0.112 | 0.594 | -0.052 | -0.099 |
| 12 | 0.04 | -0.081 | 0.169 | 0.646 | -0.087 | -0.003 |
| 13 | -0.052 | 0.024 | 0.312 | 0.403 | 0.063 | -0.088 |
| 14 | 0.097 | 0.239 | -0.105 | -0.15 | 0.237 | -0.056 |

Anexo No. 2

Cargas del análisis de factores para autovaloración de la práctica del profesorado.

| Ítems | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 | Factor 4 | Factor 5 | Factor 6 | Factor 7 |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1ap | 0.0672754 | 0.193097 | 0.223358 | 0.013666 | 0.633647 | -0.0490755 | 0.0247469 |
| 1bp | 0.0544595 | 0.264882 | 0.140934 | -0.0635771 | 0.801269 | 0.334823 | -0.24606 |
| 1cp | -0.0418789 | 0.225902 | 0.0491604 | -0.0356254 | 0.676209 | 0.208875 | 0.2 |
| 2ap | 0.318172 | 0.000303975 | 0.0705652 | 0.14003 | 0.726499 | -0.169024 | 0.131122 |
| 2bp | 0.464421 | -0.122957 | 0.00388216 | 0.283832 | 0.46265 | -0.450679 | -0.0503583 |
| 3ap | 0.1004 | 0.0898859 | 0.712155 | 0.030703 | 0.0954106 | -0.0904594 | -0.00853666 |
| 3bp | -0.0413145 | 0.179534 | 0.843591 | -0.0655253 | -0.0618032 | 0.183083 | 0.191706 |
| 3cp | -0.0171608 | 0.000599497 | 0.932855 | 0.0454486 | 0.203753 | 0.0638995 | -0.0567736 |
| 3dp | -0.0436961 | -0.0419541 | 0.899217 | 0.115607 | 0.160554 | 0.0377385 | 0.0471121 |
| 5ap | 0.859577 | 0.161358 | -0.119253 | -0.0172552 | 0.00363636 | -0.0155759 | -0.026606 |
| 5bp | 0.390317 | 0.0758451 | 0.191276 | 0.132389 | 0.148281 | 0.367137 | 0.341284 |
| 5cp | 0.35938 | 0.0568418 | 0.226469 | 0.152579 | 0.378914 | 0.151832 | 0.371681 |
| 5dp | 0.575022 | -0.15272 | -0.0384271 | 0.115169 | 0.300511 | -0.144841 | -0.00046103 |
| 5ep | 0.772204 | 0.345004 | -0.0201534 | -0.0463046 | 0.0120396 | 0.166456 | 0.121288 |
| 5fp | 0.685799 | 0.0526297 | 0.00367795 | -0.0431869 | 0.154417 | 0.0118123 | 0.240336 |
| 5gp | 0.815473 | 0.212419 | 0.0549643 | 0.0387694 | 0.0112131 | 0.00181705 | 0.0365508 |
| 5hp | 0.654519 | 0.00829786 | 0.150019 | 0.358501 | 0.0635762 | 0.253921 | 0.156417 |
| 6ap | 0.0751715 | 0.615396 | 0.12605 | 0.303285 | 0.0942061 | 0.0352669 | -0.16769 |
| 6bp | 0.00895918 | 0.681218 | 0.205304 | 0.208062 | 0.143969 | 0.0832581 | 0.101887 |
| 6cp | 0.0836928 | 0.0948708 | -0.0760504 | 0.516715 | 0.0860404 | 0.192988 | -0.0727389 |
| 6dp | 0.103023 | 0.478152 | 0.234447 | 0.0216172 | 0.150267 | 0.411017 | 0.290641 |
| 6ep | 0.259143 | 0.231288 | 0.217182 | 0.170847 | 0.124615 | 0.431174 | 0.332444 |
| 6fp | 0.310807 | -0.0705207 | 0.252139 | 0.279227 | 0.00540832 | 0.383863 | 0.439749 |
| 6gp | 0.282863 | 0.509285 | 0.122536 | 0.0293584 | 0.0365187 | 0.103853 | 0.227853 |
| 6hp | 0.40207 | 0.466725 | 0.0333801 | 0.0215196 | -0.136229 | -0.0289774 | 0.159102 |
| 6ip | 0.0208945 | 0.194449 | 0.200053 | 0.546717 | 0.153862 | 0.114714 | 0.157744 |
| 6jp | 0.201555 | 0.436746 | 0.0652812 | 0.229213 | 0.0948114 | 0.293472 | 0.1958 |
| 7ap | 0.133034 | 0.102433 | 0.226241 | 0.68046 | 0.0384825 | 0.0269404 | 0.325378 |
| 7bp | 0.108039 | 0.640621 | -0.0125615 | 0.194059 | 0.209445 | 0.269264 | 0.0572841 |
| 7cp | 0.0802148 | 0.733192 | -0.11667 | 0.129185 | 0.0868411 | 0.117378 | 0.0986573 |
| 7dp | 0.00795701 | 0.533491 | -0.0331545 | 0.402154 | 0.372094 | 0.0668546 | -0.00911681 |
| 7ep | -0.0281681 | 0.124176 | -0.0680308 | 0.449784 | -0.18226 | 0.058783 | -0.0179561 |
| 7fp | 0.137605 | 0.344276 | -0.0160912 | 0.641369 | 0.19143 | -0.0438753 | 0.22574 |
| 8p | 0.0104442 | 0.168013 | 0.217654 | 0.396095 | -0.113144 | 0.153059 | 0.422176 |
| 9p | 0.209867 | 0.225526 | 0.0110208 | -0.129553 | 0.141188 | -0.0386734 | 0.548467 |
| 10p | 0.0671102 | 0.0395208 | -0.0600263 | 0.189333 | -0.00537597 | 0.0124491 | 0.642963 |
| 11p | -0.0877392 | 0.30799 | -0.0893753 | 0.348922 | 0.0449453 | 0.494828 | 0.0665357 |
| 12p | 0.0723947 | 0.364695 | -0.0224667 | 0.319031 | 0.0702902 | 0.484085 | -0.108524 |
| 13p | -0.0427567 | 0.312449 | 0.0916928 | 0.403319 | -0.0214207 | 0.461448 | -0.0320649 |



AS REPRESENTAÇÕES DO CORPO HUMANO NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS

HUMAN BODY REPRESENTATIONS IN DIDACTIC BOOKS OF SCIENCE

REPRESENTACIONES DEL CUERPO HUMANO EN LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS

Emerson de Lima Soares^{*}, Cátia Silene Carrazoni Lopes Viçosa^{}
Edward Frederico Castro Pessano^{***} Vanderlei Folmer^{****}**

Cómo citar este artículo: Lima Soares, E. de, Carrazoni Lopez Viçosa, C. S., Castro Pessano, E. F., Folmer, V. (2018). As Representações do corpo humano nos livros didáticos de ciências. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 13(1), 55-72. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.12018>.

Resumo

Vários autores têm ressaltado que o Livro Didático (LD) ainda possui um importante papel no processo de ensino e aprendizagem, sendo muitas vezes o principal e único recurso educacional a disposição dos professores (as). Desta forma, neste trabalho analisaremos as representações do corpo humano nos LD de ciências adotados por uma escola pública municipal da cidade de Uruguaiana/RS. No contexto da escrita entendemos que as percepções do corpo perpassam por uma construção histórica e cultural, constituída a partir das relações vividas pelos sujeitos. O presente estudo teve um caráter qualitativo de investigação, fundamentado na análise de conteúdo de Bardin, em que procuramos identificar as representações do corpo humano nas mensagens, características, estruturas, conteúdos e figuras presentes nos livros. Para tanto, montamos uma matriz analítica com perguntas norteadoras relacionadas a

Recibido: 17 de mayo de 2017; aprobado: 25 de octubre de 2017

* Mestrando no PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde-UFSM; Especialista em Educação Especial e Inclusiva- FAEL; Licenciado em Ciências da Natureza- Unipampa; Integrante do Grupo de Estudos em Nutrição, Saúde e Qualidade de Vida (GENSQ)/Unipampa. Email: emersonsoareslima@hotmail.com

** Mestranda no PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde-UFSM; Especialista em Educação Especial e Inclusiva- FAEL; Licenciada em Ciências da Natureza- Unipampa; Integrante do Grupo de Estudos em Nutrição, Saúde e Qualidade de Vida (GENSQ)/Unipampa. Email: catialopes00@hotmail.com

*** Doutor em Educação em Ciências-UFSM; Mestre em Educação em Ciências-UFSM; Docente Unipampa/Campus Uruguaiana. Integrante do Grupo de Estudos em Nutrição, Saúde e Qualidade de Vida (GENSQ). Email: edwardpessano@unipampa.edu.br

**** Pós doutorado em Bioquímica-Universidade de Lisboa/Portugal; Doutorado em Bioquímica/UFSM; Mestrado em Educação em Ciências-UFRGS; Graduado em Fisioterapia/UFSM e em Letras-Português/Universidade Paulista (UNIP); Docente Unipampa/Campus Uruguaiana; Coordenador do Grupo de Estudos em Nutrição, Saúde e Qualidade de Vida (GENSQ)/Unipampa.

abordagem do corpo presente nos LD. Os resultados demonstram que os conteúdos nos LD seguem o mesmo padrão, ou seja, um corpo dividido em partes, como se o corpo humano fosse apenas formado por membros, órgãos e tecidos. Apresentam uma divisão minuciosa do conteúdo, desde a organização celular, conceitos, estruturas, e ainda, as imagens são todas apresentadas de maneira fragmentada, seguindo sempre padrões normativos. Os livros analisados trazem em seus capítulos espaços para discussões sobre o corpo biossocial, de maneira bem elaborada, contemplando diferentes visões, como a sexualidade além da reprodução humana. Acreditamos que estas questões devam fazer parte dos Projetos Políticos Pedagógicos (PPP) das escolas e do sistema de ensino como um todo, pois deste modo serão realizados mais projetos contemplando a questão. Contudo, ainda cabe ao professor (a) realizar essa abordagem, e se, tais questões não estão contempladas nos LD, ele deve ter em mente que, se somos seres pensantes, nosso corpo é muito mais que componentes orgânicos, e assim buscar os meios para realizar essa abordagem.

Palavras chaves: corpo didático, corpo biossocial, livro didático.

Abstract

Several authors have pointed out that Didactic Book still plays an important role in the teaching and learning process, and is often the main, and the only educational resource available to teachers. In this way, we will analyze human body representations in Didactic Books of science adopted by a municipal public school in the city of Uruguaiana/RS. In the context of writing, we understand that body's perceptions permeate a historical and cultural construction, constituted from the relationships lived by the subjects in society. This study is a qualitative research, based on the content analysis of Bardin, in which we seek to identify human body representations in the messages, characteristics, structures, contents, and figures present in books. For this, we set up an analytical matrix with guiding questions related to the approach of the body, showed in didactic books. The results demonstrate that the contents follow the same pattern, that is, a body divided into parts like a human body just formed by limbs, organs, and tissues. They present a detailed division of content, from the cellular organization, concepts, structures, and the images are presented in a fragmented way, always following normative standards. We found these books dedicate spaces to analyze and discuss the biosocial body, in a well-elaborated way, contemplating different visions, such as sexuality beyond human reproduction. We believe that these issues should be part of the Political Education Projects (PPPs) of schools and the educational system as a

whole because in this way more projects will be carried out contemplating the issue. However, it is still up to the teacher to take this approach, and if such issues are not addressed in the LD, he should keep in mind that if we are thinking beings, our body is much more than organic components, and so seek means to carry out this approach.

Keywords: didactic body, biosocial body, textbook.

Resumen

Varios autores han mostrado que el libro de texto aún cumple un importante papel en el proceso de enseñanza y aprendizaje, siendo muchas veces el principal y único recurso educativo a disposición de los profesores. Partiendo de este punto, analizaremos en este trabajo las representaciones del cuerpo humano en los libros de texto de ciencias, adoptados por una escuela pública municipal de la ciudad de Uruguaiana/RS. En el contexto de la escritura entendemos que las percepciones del cuerpo atraviesan por una construcción histórica y cultural, constituida a partir de las relaciones vividas por los sujetos. El presente estudio tuvo un carácter cualitativo de investigación, fundamentado en el análisis de contenido de Bardin, en el que tratamos de identificar las representaciones del cuerpo humano en los mensajes, características, estructuras, contenidos y figuras presentes en los libros. Para ello, montamos una matriz analítica con preguntas orientadoras relacionadas con las maneras de entender el cuerpo, presentes en los libros de texto. Los resultados demuestran que los contenidos siguen el mismo patrón en los diferentes libros, es decir, un cuerpo dividido en partes, como si el cuerpo humano estuviera solo formado por miembros, órganos y tejidos. Se presenta una división minuciosa del contenido, desde la organización celular, conceptos, estructuras, y aun, las imágenes son todas presentadas de manera fragmentada, siguiendo siempre patrones normativos. Los libros analizados traen en sus capítulos espacios para discusiones sobre el cuerpo biosocial, en forma elaborada, contemplando diferentes visiones, como la sexualidad más allá de la reproducción humana. Creemos que estas cuestiones deben formar parte de los proyectos políticos pedagógicos (PPP) de las escuelas y del sistema de enseñanza como un todo, pues de este modo se realizarán más proyectos contemplando esta temática. Sin embargo, entendemos que corresponde al profesor(a) realizar este enfoque, y si, tales cuestiones no están contempladas en los libros, es el profesor quien debe tener en mente que, si somos seres pensantes, nuestro cuerpo es mucho más que componentes orgánicos, y así buscar los medios para realizar este enfoque.

Palabras clave: cuerpo didáctico, cuerpo biosocial, libro de texto.



Atribucion, no comercial, sin derivados

Introdução

O Livro Didático (LD) tem sido desde sua criação uma forte ferramenta auxiliando os educadores (as) na elaboração de suas aulas, apresentando os mais diversos conteúdos que são organizados para atender os diferentes níveis em seus variados propósitos. A legislação que ampara o uso do LD foi criada no ano de 1938 pelo Decreto de lei 1.006, porém ele era considerado nessa época uma ferramenta em que o Estado era o detentor de seu uso SINGANSKI, FRISON, BOFF (2008). Sendo assim, o LD era basicamente o único material didático disponível e considerado detentor do conhecimento, com conteúdos selecionados e expostos de forma segmentada, fazendo pouca relação com a vivência dos alunos (as).

Com o passar do tempo várias modificações foram ocorrendo, e em 1985 foi criado o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) com o objetivo de dar suporte pedagógico aos (as) educadores (as) através da distribuição das coleções didáticas aos (as) alunos (as). O Ministério da Educação (MEC) faz a publicação do Guia Nacional do Livro Didático (GNLD) e o mesmo é distribuído às instituições de ensino para que as mesmas façam a escolha das obras mais adequadas ao seu público (BRASIL, 2006).

Desde então, para chegar até a escola, o LD vindo de várias editoras é analisado pelo Ministério da Educação (MEC) que faz uma seleção e a publicação de suas resenhas, o Guia do Livro Didático das obras aprovadas. A partir desta etapa, escolas e educadores (as), tem a função de fazer a escolha da obra que seja mais adequada para atender seu propósito e público alvo. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (PCNEF) o LD exerce grande influência na educação, e nesse sentido, é necessário que os (as) educadores (as) atentem-se a sua qualidade e suas restrições em relação aos objetivos. Ainda, vale ressaltar que o LD não deve ser o único material didático a ser considerado, pois o que prevalece é a quantidade de fontes de informações para ampliar o conhecimento (BRASIL, 1998 p. 67).

Nesse sentido, é possível enfatizar a importância de considerar o contexto escolar para a escolha do livro a ser adotado, pois ele ocupa um lugar de destaque no cenário da educação e cultura brasileira, sendo um artefato pedagógico. A partir de então, o LD enquanto artefato pedagógico e cultural educacional tem uma função primordial na construção do corpo, identidade e subjetividade dos sujeitos presentes na escola. Porém, segundo LUCKESI (2004) “o LD é um meio de comunicação através do qual os (as) alunos (as) recebem a mensagem escolar” que é refletida pela sociedade que estão inseridos. Ainda, para OLIVEIRA (2008, p. 95) se no LD estão às potencialidades de reprodução do conhecimento do mundo em função da sociedade, ele também deve apresentar formas de transformar e apresentar alternativas para o que a sociedade deve vir a ser.

Conforme o exposto se percebe as várias discussões que podem ser realizadas a partir do LD, não apenas conceituais, mas também questões sociais importantes na formação dos alunos (as). Cabe ressaltar a sua não neutralidade, pois como toda obra ele é uma construção humana, e como tal tem uma intencionalidade que traz consigo as características de seu autor. SANTOS, *et al.* (2016) em seu trabalho citam Monteiro, (2012), e ressaltam a importância do LD e o seu papel norteador no processo de ensino-aprendizagem, porém nos dizem ainda que ele não deva ser utilizado como o único recurso.

Ainda, a mesma autora em outro trabalho que analisa a Saúde enquanto Tema Transversal em Livros Didáticos de Ciências para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, ao citar autores como CARNEIRO, SANTOS, MÓL (2005); OSSAK, BELLINI (2009) nos diz que, “apesar dos avanços tecnológicos e da enorme variedade de materiais curriculares atualmente disponíveis no mercado, o livro didático, por uma série de dimensões políticas da escola, é o instrumento básico mais utilizado no ensino de Ciências” (SANTOS, *et al.* 2015).

Especificamente sobre os LD de Ciências, VASCONCELOS, SOUTO (2003 p. 93) falam que nele deve-se perceber claramente a presença do método científico. Eles se diferenciam dos outros livros

devido a sua função que é a aplicação do método científico, as hipóteses e as conclusões. O LD deve proporcionar o entendimento científico, filosófico e estético, dando suporte para a formação dos sujeitos.

Dessa maneira, pensamos no LD de ciências como fomentador da formação humana, estimulando o pensamento crítico sobre os fatos cotidianos, instigando o aluno a construir sua própria aprendizagem. No entanto, ainda segundo os autores, grande parte dos LD que são distribuídos revelam certa linearidade nas informações e uma fragmentação que limitam as possibilidades das abordagens interdisciplinares. Sua tradicionalidade fomenta a seleção dos conteúdos que serão estudados, estimulando a criação de atividades baseadas na memorização (VASCONCELOS, SOUTO, 2003).

Ao refletirmos sobre as falas dos autores percebemos a necessidade de mais discussões não tão lineares, abordando o lado social e os valores que permeiam uma construção humana de valores. Enquanto mediador desse processo faz-se necessário considerar todo contexto de vida dos alunos (as), tornando-os (as) parte dessa aprendizagem. Sendo assim, fica clara a importância de considerar que os (as) alunos (as) devem aprender para a vida e com a vida, e que a aprendizagem deve ter intencionalidade e significado, e não ser entendida como um processo de memorização fragmentada, como percebemos na abordagem de vários conteúdos exposto nos LD.

Citamos ainda como exemplo os LD de Ciências do 8º ano do Ensino Fundamental, concordando com KINDEL (2012) quando fala que, o corpo humano é um dos seus objetos de estudos e quase sempre tem uma abordagem baseada em modelos que contemplam os sistemas biológicos, que são apresentados de maneira fragmentada. Desse modo, o corpo é apresentado como se não fizesse parte de “nós mesmos”, como se fosse apenas partes anatômicas, desconsiderando a construção social, histórica e cultural da identidade dos sujeitos.

Baseados nessas perspectivas de construção entendemos como pertinentes todas essas discussões que se fazem presentes nos currículos escolares sobre o corpo humano, pois se percebe cada vez

mais os limites que são impostos sobre os corpos presentes na escola. Sobretudo, presentes no currículo oculto, em que as normativas adotadas como forma de opressão, tomadas de poder que fogem a realidade fazem cada vez mais os (as) alunos (as) se sentirem como meros coadjuvantes nesse processo de aprendizagem.

A partir dessas inquietações surge a necessidade de analisar a abordagem sobre o corpo humano presente nos LD de ciências, adotados por uma Escola Municipal da cidade de Uruguaiana/RS. Essa escrita inicial é parte de um projeto mais amplo que investiga como essa temática é trabalhada no contexto dos (as) educadores (as) e quais suas concepções acerca da corporeidade e as relações de poder sobre o corpo humano no ambiente escolar.

No segmento de nossa pesquisa apresentamos algumas discussões sobre as representações do corpo humano, suas subjetividades de interpretações, normativas escolares e o poder exercido em seu ambiente.

Entre os limites do corpo e a escola

A escola enquanto instância da sociedade diretamente ligada à formação dos sujeitos tem usado diversos mecanismos para sua hierarquização. MICHEL FOUCAULT (2012) no seu trabalho, “Vigiar e Punir”, discute o papel da escola sobre os corpos presentes em seu ambiente. Segundo o autor, a escola é soberana, vigia e disciplina como forma de poder sobre os corpos, corpos manipulados, modelados, corpos que obedecem seguindo padrões impostos pela sociedade.

Sendo assim, disciplinar o corpo é impor limites na construção da identidade, assim como impedir o caráter individual dos sujeitos e sua formação, e isso fica evidente, por exemplo, quando a escola proíbe o uso de adornos, como bonés, celulares e toucas, como se esses acessórios fossem interferir na aprendizagem dos sujeitos. Essas regras de conduta estão claramente visíveis no currículo oculto, que se fortalece na intenção de estipular regras de convívio cotidiano em espaços coletivos.

Nesse sentido, CAMACHO (2010) define o currículo oculto como, o indicador de práticas e mudanças educacionais que orientam e resultam na aprendizagem, atitudes e valores na formação moral. Ou seja, deve-se ficar atento, pois ele pode ser utilizado de maneira nociva pelos (as) professores (as) por não estar especificado em nenhum documento educacional, visto que suas práticas fazem parte da formação de uma sociedade futura.

Assim sendo, cabe ao (a) professor (a) a reflexão sobre as regras que são impostas e de que forma abordar assuntos que ainda são considerados como um tabu dentro da escola. Ressaltamos a importância desse profissional estar preparado para tais abordagens devido ao seu papel enquanto adulto de referência na construção da identidade dos sujeitos envolvidos nesse processo. Em trabalho publicado sobre Educação sexual na escola MOREIRA *et al.* (2011) definem como adultos de referência, os (as) professores (as), os (as) pais (mães), e os (as) profissionais da saúde. Ainda, nos falamos do papel desses profissionais na transição da infância para a vida adulta e suas dificuldades em abordar temas como a sexualidade.

Assim como a sexualidade, o corpo em sua formação é extremamente complexo, e sua abordagem deve ser assegurada levando em conta vários aspectos, como todo o contexto social dos adolescentes. A partir do corpo se expressa à sexualidade e as múltiplas identidades vividas pelos sujeitos durante a vida, por isso não devemos negá-lo, mas sim, entender que ele é subjetivo e traz consigo uma história.

Na escola, as crianças e adolescentes vivem diariamente proibições, regras que as aprisionam em um mundo de reclusões, seguindo uma cultura que os leva ao conformismo, determinado pelo tempo e a sociedade. KOFES (1994) fala que o corpo aprende especificamente em determinados momentos de sua existência, e assim com cada experiência vivenciada. Então, na escola se aprende a ser e agir como a sociedade determina, reproduzindo atitudes e gestos que sufocam um “EU” interior, formando sujeitos retraídos e muitas vezes agressivos.

ALVEZ (1985) afirma que todos sabem que o objetivo da educação é transformar as crianças para que se esqueçam dos prazeres que vivem em seus corpos com a intenção de domesticá-las conforme a sociedade. Para ele, cada criança é um meio para essa sociedade que não pensa em suas alegrias, prazeres e direitos. “Não é para isto que se organizam escolas, para que as crianças se esqueçam dos seus próprios corpos, e aprendam o mundo que os adultos lhes impõem?” (ALVEZ, 1985 p. 103).

Nas entrelinhas do referido autor entende-se uma escolarização uniforme, fundamentada na formação de sujeitos padronizados, pensando no mercado de trabalho e esquecendo a valorização e realização humana. Assim, em decorrência, perde-se a expressão do corpo, inibindo as individualidades tão importantes para demonstrar as condições de seres humanos tomados de desejos, tornando-os seres sem intencionalidade, meramente biológicos.

O corpo e suas dimensões: Corpos que falam

No contexto deste trabalho entendemos os corpos em sua “dualidade”, produções entre a biologia e a cultura que são definidas pelas representações sociais. As representações sociais, segundo MOSCOVICI (2002) são os conhecimentos práticos desenvolvidos nas relações vivenciadas cotidianamente que são formadas pelas ideias de vida cotidiana estabelecidas entre os sujeitos em suas interações. O corpo em sua singularidade traz uma história biológica, cultural e social que são inseparáveis MENDES, NÓBREGA (2004). Também, concordamos com BARBOSA, COSTA, MATOS (2011) quando dizem que, “o corpo não se revela apenas enquanto componente de elementos orgânicos, mas também enquanto fator social, psicológico, cultural e religioso”, assim, o corpo está em nossa vida diária, em nossas relações, é um meio de expressão.

Deste modo, todo corpo tem uma história que é reinventada conforme são vividos ao longo do tempo em diferentes momentos. Através do corpo nos expressamos e contamos um pouco sobre nossa existência, o que queremos, como pensamos, ou

seja, quem somos. Para GOELLNER, um corpo é também seu ambiente, não apenas músculos, ossos, reflexos e sensações, mas também suas vestias e acessórios. O corpo não tem limites e vive constantemente infinitas possibilidades de se reinventar (GOELLNER, 2003, p. 29).

Segundo MARTINS *et al.* (2012), para realizar uma abordagem do corpo precisa-se ir além da dimensão biológica de um organismo, é necessário realizar uma abordagem em relação aos acontecimentos que o construirão como ser humano dotado de gênero, etnia, sexualidade e comportamento. Assim, pensando além das palavras do autor, em uma subjetividade de interpretações, deve se considerar a essência da natureza do corpo, relativo à corporeidade, o contato com o mundo e tudo que dele faz parte.

JOÃO, BRITO (2004) definem a corporeidade como uma constituição das dimensões física, emocional, mental e sociocultural. Para ele, essas dimensões são indissociáveis para o ser humano e são elas que constituem a corporeidade. Nesse sentido, o corpo em suas muitas capacidades se expressa, fala de “si”, não pode ser entendido de forma fragmentada, carne e vísceras. Ele liga o ser humano ao mundo, permitindo uma interação com o “outro” através do meio em que está inserido e das relações sociais de seu contexto atual.

Freire aponta que o corpo são minhas atitudes e que minhas ações fazem meu corpo. Para ele, sua importância é evidente, pois o corpo vive lutando por sua libertação, ele deseja, protesta, se movimenta e refaz o seu mundo. “Nenhum de nós, nem tu, estamos aqui dizendo que a transformação se faz através de um corpo individual. Não, porque o corpo também se constrói socialmente” (FREIRE, 2006, p.92).

Nessas entrelinhas, entendemos a liberdade do corpo como fundamental na formação de sua essência corporal, na interação com a natureza e no convívio livre em sociedade, se expressando, agindo, sentindo e pensando. Se através “dele” nos (re) significamos, falamos de nosso contexto, contamos sobre nós, sua abordagem precisa ser mais “humana”, é

preciso deixá-lo “falar”. O corpo humano precisa interagir e construir sua história, estando bem e sentindo-se bem à medida que se expressa através de seu modo de ser. Precisamos entender que tudo que faz parte do corpo, faz parte do meu próprio corpo, e assim, realizar um estudo integrando, considerando as relações vividas e construídas no decorrer da vida.

Corpo Didático: Que corpo é esse?

Um dos conteúdos do currículo a ser trabalhado na 7^a série/ 8^o ano do Ensino Fundamental é o corpo humano, e considerando as orientações dos PCN de Ciências Naturais, sua abordagem deve ser realizada considerando o corpo como um todo. Todos os aspectos, biológicos, culturais, sociais e afetivos refletem sobre o corpo humano.

O corpo humano não é uma máquina, cada ser humano é único e sendo assim, o ensino de Ciências deve contribuir para a formação integral da pessoa e da sua autoestima, do respeito ao próprio corpo e ao corpo do outro. Ainda, “para o entendimento da saúde como um valor pessoal e social, e para a compreensão da sexualidade humana sem preconceitos.” (BRASIL, 1997 p. 22).

Porém, não é o que se percebe, pois na abordagem desse conteúdo do currículo presentes nos LD estão as figuras ilustrativas, que seguem sempre um padrão científico e segmentado, o “Corpo Humano Didático”, aquele presente nas ilustrações dos livros e materiais escolares MORAES, GUIZZETTI (2016). Nesse cenário e em sua totalidade estão divididos em temáticas, em um saber fragmentado, o que nos leva a concordar com VARGAS, MINTS, MEYER (1988) *apud* MORAES, GUIZZETTI ao falarem que, o “corpo humano didático” que se faz presente nos LD de Ciências em sua maioria representados por analogias é preocupante, pois com ele diminui a curiosidade do aluno com seu próprio corpo.

O autor LE BRETON (2012) nos diz que, o corpo como é apresentado e estudado biologicamente traz apenas informações genéticas, tornando-se completamente impessoal, ou seja, não pertencendo à

pessoa alguma. Ainda, sobre essa abordagem biológica do corpo humano, o autor fala que da maneira que a biologia ensina desaparece o que aprendemos com a sociedade. Ressaltamos as palavras de GOELLNER (2003) quando nos diz que, somos construídos pela sociedade e cultura e não por nossas características biológicas. Para a autora o corpo se “transforma”, modificando-se conforme suas vivências em determinados grupos sociais e assim, formando suas peculiaridades e construindo sua identidade.

Metodologia da Pesquisa

Neste trabalho investigamos as representações do corpo humano presente nos LD de Ciências Naturais de uma escola da Rede Municipal do RS. A referida escola esta localizada na periferia da cidade e atende a alunos do Ensino Fundamental I e Fundamental II nos turnos manhã e tarde, sendo que, sua clientela é composta quase em totalidade por alunos de classe média baixa. A escolha de analisar os LD desta escola se deve ao fato da mesa ser considerada como referência na cidade em atividades de experimentação, feiras de ciências e trabalhos ambientais envolvendo toda comunidade escolar. Além disso, nela estão inseridos os (as) alunos (as) do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Docência/ PIBID-Subprojeto Ciências da Natureza.

Classificamos esse estudo como tendo um caráter qualitativo, e para sua efetivação foi realizada uma análise de conteúdo baseada em BARDIN, (2011,), que a define como um conjunto de técnicas de análise para obter indicadores que permitam a obtenção de conhecimentos sobre a produção, recepção das mensagens. A análise de conteúdo trata as informações a partir de um roteiro específico, que são: pré-análise, na qual se escolhe os documentos, se formula hipóteses e objetivos para a pesquisa; A exploração do material, na qual se aplicam as técnicas específicas segundo os objetivos; E o tratamento dos resultados e interpretações que liga os resultados obtidos ao escopo teórico, e permite avançar para conclusões que levem ao avanço da pesquisa.

Na presente pesquisa analisamos o LD adotado pela escola no ano de 2016 e na sequencia o livro utilizado em 2017 e assim, procuramos identificar nos mesmos, mensagens, características, estruturas, conteúdos e figuras sobre as representações do corpo humano biossocial. Para tanto, montamos uma matriz analítica apresentada no quadro1 a seguir com perguntas norteadoras que orientaram nossa pesquisa, facilitando a análise das representações de corpo humano presente nos LD.

| |
|---|
| O conteúdo e imagens apresentadas permitem ao professor (a) realizar uma abordagem biossocial sobre o corpo humano? |
| O corpo humano é apresentado como dimensões das interações humanas e convívio em sociedade? |
| As representações do corpo em imagens condizem com a realidade dos (as) alunos (as) presentes na escola? |
| O livro apresenta um determinado espaço para que sejam discutidas dúvidas relacionadas ao corpo? |

Quadro 1. Matriz analítica composta por perguntas que nortearam a pesquisa.

Segundo MALLMANN, uma matriz analítica nos permite aperfeiçoar sua reescrita como estratégia investigativa-analítica. Ainda, não se desvincula da temática inicial, permitindo uma seleção mais correta dos aspectos pertinentes para avaliações retrospectivas e prospectivas MALLMANN, (2015, p. 17). Deste modo, concordando com o autor, a pesquisa não foge ao foco inicial e possibilita uma sistematização dos resultados, organizados previamente e dando sentido as respostas.

O primeiro passo foi analisar os conteúdos sobre o corpo humano e de que forma eles estão presentes nos LD, para isso, fizemos uma leitura minuciosa nos capítulos e unidades apresentadas. Deste modo, tentamos compreender se os mesmos permitem aos (as) professores (as) realizar uma abordagem diferenciada se seguirem a sequencia proposta nos livros. Logo após, através das imagens ilustrativas

apresentadas do corpo humano buscamos verificar a possibilidade de discutir todas as construções sociais vivenciadas pelos sujeitos no convívio em sociedade, e se, a partir delas o (a) aluno (a) se sente parte dessa construção e se os mesmos se reconhecem nestas imagens.

No seguimento da pesquisa, ainda em relação às imagens, ao analisá-las procuramos entender se as mesmas condizem com os (as) alunos (as), presentes na escola ou se elas seguem apenas um padrão social de construção do corpo. Procuramos por imagens reais, corpos de diferentes estereótipos, cor, raça, etnia e que representassem diferentes classes sócias, condizentes com os corpos presentes na escola.

O último critério foi procurar em todas as unidades dos LD por espaços para discussões relacionadas ao corpo humano biossocial, como a sexualidade, gênero, identidade dentre outros. Deste modo,

analisamos todos os textos e fragmentos presentes em todas as unidades dos LD, e assim, buscamos perceber a possibilidade ou não de realizar essas abordagens.

Achados e discussões

No âmbito da pesquisa analisamos os LD de ciências utilizados pelos (as) professores (as) em 2016 e 2017, e seguimos a ordem cronológica das perguntas organizadas na matriz analítica proposta na pesquisa. Os LD analisados estão divididos em capítulos e estruturados em unidades, começando pela célula e terminando nas bases da hereditariedade, dividindo o conteúdo sobre o corpo humano em segmentos e conseqüentemente, o corpo em partes puramente biológicas.

No quadro 2 a seguir, apresentamos os resultados iniciais da pesquisa:

| Questão proposta na matriz analítica | Livro didático utilizado em 2016 | Livro didático escolhido para ser utilizado em 2017 |
|--|---|---|
| 1. O conteúdo e imagens apresentadas permitem ao professor (a) realizar uma abordagem biossocial sobre o corpo humano? | O LD apresenta uma divisão minuciosa do conteúdo, desde a organização celular, conceitos, estruturas e nomenclaturas, as imagens são todas apresentadas de maneira fragmentada. | A partir dos conteúdos e imagens ilustrativas das partes do corpo humano presentes no LD, entendemos que fica inviável realizar essa abordagem se seguir essa programação proposta. |
| 2. O corpo humano é apresentado como dimensões das interações humanas e convívio em sociedade? | Não conseguimos identificar em nenhuma das unidades essa interação, pois em nenhum momento se percebe uma construção a partir das interações humanas. | O LD aborda o corpo humano de uma maneira puramente biológica, trazendo questões de funcionamento, alimentação, saúde, sexualidade entre outras, porém as relações que fazem parte da construção social do corpo não são abordadas. |
| 3. As representações do corpo em imagens condizem com a realidade dos (as) alunos (as) presentes na escola? | Observamos imagens que são estereotipadas, novamente apresentadas e emolduradas pelo que se vê na mídia. | O autor apresenta uma ampla diversidade de imagens de pessoas com diferentes estereótipos, seguidas de uma legenda, o que facilita essa aproximação entre o (a) aluno (a) e as imagens presentes no LD. |
| 4. O livro apresenta um determinado espaço para que sejam discutidas dúvidas relacionadas ao corpo? | Encontramos inúmeras possibilidades para essa discussão, tais como textos e parágrafos que fomentam essas discussões. | O autor reserva um espaço para essas discussões no início de cada capítulo, apresenta no primeiro todo um contexto da história do corpo humano e suas civilizações, abordando as representações mais antigas do corpo, datadas da pré-história em pinturas encontradas em cavernas, usando inúmeras ilustrações da época. |

Quadro 2. Resultados das questões da matriz analítica.

A partir dos dados iniciais, e fundamentados em pesquisadores da área que abordam tais temáticas nos aprofundamos nas discussões e realizamos as seguintes colocações a respeito da análise realizada nos livros.

Em relação ao item inicial, que trata na matriz analítica, observamos que na primeira unidade, “Como nosso corpo é dividido”, do LD de 2016 estão presentes os conteúdos sobre a célula e os tecidos, e na página introdutória o seguinte parágrafo, descrito no quadro 3 que é exposto a seguir chamou-nos atenção.

“Nosso corpo é formado por várias partes que trabalham juntas e garantem o bom funcionamento do organismo. Porém, somos mais do que um conjunto de partes. Cada um de nós é uma pessoa: temos uma personalidade, com sentimentos, desejos e vontades. E tudo isso também influi no equilíbrio do organismo humano.”

Quadro 3. Parágrafo descrito na página introdutória da primeira unidade do livro.

No entanto, ao realizarmos uma análise mais profunda neste capítulo percebemos uma divisão minuciosa do conteúdo, esta divisão começa pela organização celular, conceitos, estruturas e nomenclaturas até as imagens apresentadas. Os livros analisados seguem um mesmo padrão, no que se referem aos conteúdos apresentados, sendo todos expostos de maneira fragmentada, partes isoladas de um todo, dificultando a compreensão dos conteúdos, como se os órgãos e funções não fossem partes conectadas do ser humano, um corpo puramente anatômico.

Os autores Janeiro e Pechula, em trabalho publicado sobre a anatomia do corpo nos dizem que a partir da anatomia foi possível visualizar o corpo em partes que se associam e são dependentes umas das outras. Segundo os autores pode-se perceber que a ciência não satisfeita em apenas pesquisar sobre o corpo foi se aperfeiçoando e suas buscas pelas estruturas orgânicas foram substituídas por funções orgânicas (JANEIRO, PECHULA, 2016, p. 14).

A partir de então, percebe-se que a abordagem do corpo tem seguido padrões orgânicos, como se o corpo humano fosse composto por peças, como

em de um tabuleiro, que se encaixam formando um ser meramente estático, depreciando o corpo. Para LE BRETON (2012), o corpo é visto por um lado como limites de fronteiras entre o ser humano e o meio, por outro, é visto como dissociado do homem, por isso um acessório, ou, tem-se a concepção de homem máquina.

Sobre as imagens ilustrativas que acompanham os conteúdos presentes nos LD, percebe-se que todas elas são minuciosamente divididas e apresentadas de uma maneira mecânica, dificultando o sentimento de pertencimento dos (as) alunos (a). Citamos aqui como exemplo o conteúdo sobre o “sistema circulatório” observado no livro utilizado em 2017, em que as imagens do coração humano representam apenas válvulas, e o conteúdo em sua totalidade está segmentado de uma maneira tecnicista, como no parágrafo descrito no quadro 4 a seguir.

O coração é um órgão oco composto por músculos estriados cardíacos capazes de realizar esforço constante. No interior do coração encontram-se quatro cavidades.....

Quadro 4. Parágrafo exposto sobre o sistema circulatório.

Deste modo, desconsidera todas as discussões que podem ser realizadas sobre o emocional dos alunos e todas as alterações que o (a) aluno (a) passa em momentos diferentes da existência humana. Cabe ressaltar que os alunos acreditam que todas as emoções provem do coração, considerando que ele é o órgão responsável pelas emoções. A maneira de se vestir, falar e se expressar se modifica com as emoções vividas, são as expressões do corpo evidenciadas e sujeitas a inúmeras interpretações, em diferentes fases da vida. LAWRENCE *apud* BRUHNS (1994) nos diz que o corpo vive as sensações e emoções, sente necessidades reais e que todas as emoções pertencem ao corpo e que a mente apenas o reconhece.

Nos demais capítulos, percebemos a mesma sequência de organização, conteúdos, nomes científicos, e imagens ilustrativas dos conteúdos fora da realidade, em que os corpos ilustrados presentes nos LD seguem um mesmo padrão. As ilustrações do

corpo são apresentadas sem nenhuma expressão, padronizado, como uma máquina sem história ou identidade, ou seja, um corpo puramente didático. Ainda, podemos perceber certa disciplinaridade, etapas de um processo mecânico de aprendizagem sobre os conteúdos, tornando o corpo um mero objeto a ser estudado.

Em relação ao segundo item, da matriz analítica, não conseguimos identificar em nenhuma das unidades dos dois LD essa interação, corpo e sociedade, pois em nenhum momento se percebe uma construção a partir das interações que o ser humano perpassa durante sua existência e o convívio com o meio. Segundo DAOLIO (1995) “no corpo estão inscritas todas as regras, todas as normas e todos os valores de uma sociedade específica, por ser ele o meio de contato primário do indivíduo com o ambiente que o cerca”.

Essas relações, corpo e sociedade podem ser esclarecidas como, por exemplo, segundo as palavras de GROSSI (1990, citado por FERRERIA, 2010):

Mas, qual é a diferença entre o organismo e o corpo? Uma mão é organismo enquanto estiver simplesmente sendo vista como um pedaço de alguém. No momento em que fizer um gesto de adeus ou um gesto de OK, já não é mais organismo; trata-se de uma manifestação do corpo. O corpo é a forma como o organismo atua. Pode-se comparar o organismo a uma tela e o corpo, à imagem que a inteligência e o desejo projetam sobre essa tela. (GROSSI, 1990 p. 48, apud FERREIRA, 2010 p. 4).

Para SOUZA, CAMARGO, (2011), se compreendermos o corpo a partir de sua história não negamos sua matéria biológica, mas sim o relacionamos com suas práticas e culturas. Assim, concordando com os autores, acredita-se na realização dessa abordagem, considerando o contexto social, pois entendemos essa inseparabilidade do corpo. Ainda, entendemos o corpo como guardião de todas as suas memórias, ele tudo sabe e traz consigo fatos e marcas da família e da sociedade. Vale ressaltar o entendimento de MERLEAU-PONTY (2006) que para ele o corpo é um

espaço de expressão evidenciando as modalidades de sua existência.

Em relação ao terceiro item citado na matriz, observamos que no primeiro LD as imagens são estereotipadas, um corpo que se constrói pelas exigências sociais e pelas regras de consumo. Lembramos que é difícil para um (a) aluno (a) de escola pública se identificar com as figuras apresentadas, pois a realidade que se vive não condiz com a presente no LD, como roupas boas, pessoas apenas com a pele clara, corpos magros, entre outros.

Enfatizamos que na escola estão presentes os corpos com uma diversidade enorme de características, e não podemos ignorar este fato, e como exemplo, cita-se o “corpo gordo”, que foge a todos os padrões sociais. Este fato também está diretamente ligado à questão de saúde pública, e discutir este aspecto se faz importante para sua promoção, como afirmam Santos e colaboradores ao dizerem que, “a educação para a promoção da saúde nos últimos tempos tem se tornado um objeto de estudos constantes, principalmente sobre a sua repercussão no contexto escolar” (SANTOS *et al.* 2016 p. 87).

Outros autores como Lanes e colaboradores, nos dizem que “a adolescência é um período de intenso e rápido desenvolvimento físico, psíquico e social, demandando um aumento das necessidades nutricionais” LANES *et al.* (2011 p. 2). Nesse sentido, reafirmam a necessidade de tais abordagens, tendo em vista o zelo pela saúde e bem estar dos alunos que seguem cada vez mais hábitos de alimentação pouco saudáveis.

Nessa mesma linha de pensamento, LARA *et al.* (2016) dizem que, os hábitos de alimentação saudável são de grande relevância social e preocupação atual, por isso sua abordagem deve ser discutida promovendo um ensino voltado para a promoção da saúde do escolar. Porém, o tema saúde é geralmente abordado de forma transversal, o que para o autor GAVIDIA (2002) acaba sendo apresentado do mesmo modo que nas disciplinas tradicionais. Reiteramos ainda que estas discussões sejam valiosas na luta contra o *bullying*, que está cada vez mais presente na escola, tornando vítimas todas

(as) que não seguem um determinado padrão de beleza, ou que por vezes sofrem de alguma doença ou deficiência.

Outro aspecto que merece destaque é a questão do modismo, como o uso de bonés, roupas largas, capuz, e adornos em geral, e esse (a) aluno (a) não se faz presente no livro didático analisado. Destacamos que na maioria das escolas o uso de adornos como os bonés não são permitidos, justificando seu uso como indisciplina, gerando tumultos e algazaras, justificativa essa que não se sustenta pelo fato dele ser peculiar do aluno (a). Muito embora não seja permitido na escola, eles deveriam estar presentes nos LD, pois os mesmos apresentam imagens de situações cotidianas que não acontecem somente na escola, e sim em toda a vida social.

Já no segundo LD analisado o autor traz imagens de diferentes culturas em diferentes fases da vida, demonstrando a importância da subjetividade do corpo. Segundo MARINHO (2004) *apud* MORAES, GUIZZETTI (2016), “as imagens possuem uma expressão discursiva que está nas expressões faciais e corporais, nas representações de sons, atitudes, indo além das palavras, e que contribuem para a compreensão da ideia a ser passada”. Deste modo essa aproximação que as imagens proporcionam são favoráveis a aprendizagem real dos (as) alunos (as), pois ele consegue se ver nessas representações, tornando-se personagens de seus estudos. Entendemos o corpo enquanto superfície dos acontecimentos, e através dessas superfícies onde os fatos acontecem, vamos construindo um ser dotado de ações, e essas ações procuram um espaço na construção de sua história.

Na última questão proposta na matriz nos deparamos nos dois LD com inúmeras possibilidades para essa discussão, tais como no parágrafo já descrito anteriormente da primeira unidade do livro utilizado em 2016, exposto quadro 1. Consideramos que o mesmo pode fomentar muitas discussões sobre o corpo biossocial, levando em consideração o contexto que o aluno está inserido e as relações vividas em sociedade. BUSSOLETTI, MOLON (2010) *apud* MORAIS *et al.* (2014) apontam que, sob um outro

olhar eu terei uma nova visão sobre mim mesmo, complementando-me de maneiras antes não imaginável. Além disso, sugerimos que sejam realizadas discussões sobre as características que formam a identidade, pois somos seres sociais que vivemos em constante transformação, na medida em que aprendemos com os outros nos construímos e (re) construímos.

Apontamos outro parágrafo do mesmo livro que merece destaque, descrito na quarta unidade que fala sobre “Sexo e reprodução”, exposto no quadro 5 a seguir.

A reprodução é fundamental para a espécie humana e os seres vivos em geral. Se, em algum momento da evolução humana, tivéssemos perdido a capacidade de nos reproduzir, nossa espécie já estaria extinta. Relações sexuais e reprodução envolvem também emoções, sentimentos e comportamentos que são influenciados pela cultura. E cada pessoa tem sua personalidade, sua maneira de pensar e de agir, seus valores éticos e espirituais, seus projetos de vida.

Quadro 5. Quadro descrito na quarta unidade sobre sexo e reprodução.

Ressaltamos que através do corpo também se expressa a sexualidade dos sujeitos, e essa abordagem necessita de muito cuidado, principalmente em ambientes educacionais. MOREIRA *et. al* (2011) nos falam da importância de percebermos que o desenvolvimento biológico é mais rápido que desenvolvimento psicológico, e que o adolescente adquire um corpo de adulto com maturidade infantil. Nessa fase, os hormônios estão aflorando com mais intensidade, e esse momento é propício para tais abordagens com adolescentes, principalmente pelos conflitos vivenciados na fase em questão. Para realizar tal abordagem é necessário entender que as diferenças devem ser respeitadas e também, as questões de corpo e gênero devem ser discutidas, deixando claro que todos passam pelos mesmos processos, porém em momentos diferentes em tempos diferentes.

HEERDT, BATISTA (2011) em seu trabalho citam FAUSTO-STERLING (2000) e dizem que, a distinção entre hormônios masculinos e femininos ainda

são questões naturalizadas no Ensino de Ciências, fortalecendo a ideia de que a testosterona só existe no corpo masculino e o estrogênio no corpo feminino. Ainda, citam NEHM, YOUNG (2008), que em sua pesquisa em LD nos Estados Unidos demonstram que este enfoque faz a mesma distinção entre hormônios masculinos e femininos. Destacamos ainda que não basta entender que os hormônios, testosterona e estrogênio estão presentes em meninos e meninas, homens e mulheres, e sim todas as mudanças pessoais e sociais que giram em torno de suas manifestações.

Assim sendo, as questões sobre “a educação sexual” deveriam iniciar com a família e ter continuidade na escola e nos serviços de saúde, porém temos percebido a dificuldade dos pais, dos professores e dos profissionais da saúde em abordar este tema MOREIRA, FOLMER (2015, p. 2). Assim, os autores apontam a necessidade de um adulto maduro e acolhedor nessa fase de vulnerabilidade e conflitante dos adolescentes, para que os mesmos possam começar uma vida saudável e prazerosa. Portanto, acredita-se que estes espaços disponíveis para discussões são valiosos na formação dos sujeitos em transformação social, momentos de trocas de experiências em que se reproduz o que se vive em sociedade, ademais, o tema sexualidade ainda é um tabu a ser vencido. A respeito da abordagem sobre a sexualidade, LANES *et al.* (2013, p. 3) citam PRADO, RIBEIRO (2010), e dizem que a sexualidade é um tema complexo que pode ser compreendida como a união do biológico, crenças, desejos, ideologias, desejos e manifestações de práticas sexuais.

Presente ainda na quarta unidade do livro, embora todo conteúdo, como a genitália masculina e feminina estejam expostos de maneira fragmentada, com a intenção de serem abordados focando a reprodução e doenças sexualmente transmissíveis está um texto sobre o sexo. O texto discute a relação sexual além da reprodução humana, esclarecendo que o ato em si deve ser praticado no momento certo, com a pessoa certa, sempre respeitando a individualidade de cada um. Ele traz dois tópicos interessantes, um que fala sobre a rejeição, deixando

claro que caso isso aconteça não quer dizer que tenha algo de errado com o “outro”, mas que cada um tem uma preferência e um sentimento que deve ser respeitado.

O outro tópico fala sobre a homossexualidade e como ela está presente em nossa sociedade, assim como em muitas outras. O livro explica toda questão cultural que giram em torno de amizades entre meninas e meninos, e fala da confusão de sentimentos causada pela fase da adolescência. Esclarece a questão do caráter, que não se julga pela sexualidade, mas sim pelas atitudes diárias com o próximo. Destacamos que essas discussões são fundamentais para que haja respeito em relação aos outros, principalmente nesse momento de transformação que o corpo passa, trazendo consigo dúvidas e curiosidades que devem ser esclarecidas, de maneira que proporcionem aos (as) alunos (as) uma fase mais prazerosa e responsável.

No segundo LD, em tópicos o autor possibilita uma abordagem do corpo sobre um viés histórico, social e cultural, favorecendo a aprendizagem e vida em sociedade, como os descritos nos quadros 6 e 7, que no livro estão ao lado da pintura de Carybé, *Vadiação*, exposta a seguir. Nesse sentido podemos perceber a intencionalidade do autor reservando estes espaços para que se possa discutir a construção do corpo através da cultura, da arte, das imagens, dos povos, do tempo e através das interações humanas.

Segundo Ricardo e colaboradores que falam sobre a importância das relações humanas na educação, as relações humanas são permeadas por várias vivências ao longo da vida, que perpassam por diferentes momentos em família, em sociedade e na escola. É essencial investir na formação de valores humanos para buscar uma sinergia para todas as vivências. (RICARDO *et al.*, 2015 p. 11).

Além disso, no LD se propõe que seja realizada uma conversa em sala de aula sobre a história do nosso corpo, a fim de aprofundar o conhecimento dos alunos sobre as unidades básicas que o compõem assim como, a interação entre todos os órgãos.



Carybé, Vadiação. 1965. Óleo sobre tela.

Fonte: <http://tvratimum.cmias.com.br/tracandoarte/imagens/quadros-de-carybe>.

Observe a figura ao lado e procure descrevê-la detalhadamente. Quantas pessoas estão representadas? É possível identificar a presença de homens e de mulheres, de crianças, jovens e idosos? O que as pessoas estão fazendo? Elas estão tristes ou felizes? O que mais você teria a dizer sobre essa pintura?

Quadro 6. Tópico exposto ao lado da pintura de Carybé, Vadiação.

As representações artísticas do corpo podem ter intenção de expressar condições sociais, políticas, econômicas e culturais. O que essa figura revela para você em relação à essas questões?

Quadro 7. Tópico exposto ao lado da pintura de Carybé, Vadiação

Esses questionamentos seguidos das imagens aproximam o corpo-biossocial do corpo-didático, pois a partir dos tópicos se percebe um corpo em constante transformação, um marcador de identidades. Esses fatores já foram destacados na literatura por BARBOSA, MATOS, COSTA (2011), os quais em seu trabalho, “Uma visão sobre o corpo: O corpo de ontem e hoje” discorrem sobre as transformações sofridas com o passar do tempo, e nos dizem que nossa existência está no contexto relacional e cultural e através de nossas relações são construídas (2011 p. 9).

Desta forma, a abordagem do corpo em suas dimensões no ambiente escolar é imprescindível, pois nele encontramos as múltiplas características construídas e vivenciadas. Nesse espaço começam as dúvidas e curiosidades, e nele os adolescentes começam a mostrar suas características sociais em construção e (re) construção, assim como, desejos, afetos e emoções. Se na escola a abordagem do

corpo humano social nos faz pensar em questões centrais dessa formação, outras formas para essa abordagem devem ser consideradas. Sugerimos uma articulação entre escola, família e profissionais da saúde, e assim a criação de projetos que possibilitem mais informações sobre tais temas tão relevantes na construção humana. Dessa maneira, podem-se romper os discursos hegemônicos que existem a cerca do corpo biossocial, fazendo com que essa abordagem seja realizada de maneira que perpassa por todas as disciplinas do currículo escolar, indo além das salas de aula.

Sugerimos que estas questões se façam presentes nos Projetos Políticos Pedagógicos (PPP) das escolas e no sistema de ensino como um todo, pois deste modo serão realizados e desenvolvidos mais projetos contemplando a questão. Contudo, ainda cabe ao professor (a) realizar essa abordagem, e se, tais questões não estão contempladas nos LD, ele deve ter em mente que, se somos seres pensantes, nosso corpo é muito mais que componentes orgânicos, e assim, buscar os meios para essa abordagem. Deste modo, finalizando esta etapa questionamos o fato de que, se a sociedade modifica o corpo, que seja um corpo pronto para a vida social, um corpo livre para construir sua história, sem que a ele sejam atribuídos padrões normativos de uma sociedade.

Considerações finais

A importância do LD no atual cenário educacional é indiscutível, o livro é a primeira fonte de informações sobre os conteúdos que serão ministrados, tanto para os (as) professores (as), quando para os (as) alunos (as). Sendo assim, sua escolha deve ser cuidadosa e deve ser levando em consideração a comunidade escolar que estará envolvida nesse processo de aprendizagem. Tão importante quanto o LD, são as questões sociais a serem discutidas, e uma delas é o corpo humano em suas dimensões, sociais, históricas e culturais.

Nosso estudo evidenciou que em relação aos conteúdos apresentados sobre o corpo humano, os dois livros analisados seguem o mesmo padrão,

ou seja, um corpo dividido em partes, meramente corpo-didático. Esse fato desconsidera todo contexto social da construção humana e o corpo enquanto biossocial, construído nas relações interpessoais e com o meio externo. Concordamos que os conteúdos específicos são de suma importância e fazem parte do currículo escolar, porém eles poderiam ser apresentados como partes de um todo, familiarizando o aprendente que o objeto a ser aprendido.

As representações do corpo em imagens apresentadas no primeiro LD analisado são poucas e estereotipadas, seguindo padrões normativos impostos pela sociedade. Ainda, não identificamos corpos condizentes com os (as) alunos (as), pois na escola encontramos uma diversidade de estilos, comportamentos e linguagem corporal. Já no LD utilizado no ano de 2017 as imagens são apresentadas em grande diversidade, contemplando diferentes culturas. O LD traz imagens de crianças, adultos e idosos em diferentes contextos e situações, aproximando o aprendente da realidade que se vive. É importante entender que as escolas públicas atendem um público carente, e muitas das representações presentes nos livros não fazem parte de seu dia a dia, como roupas boas, alimentação diversificada e acesso a tecnologias.

Apesar de apresentarem conteúdos segmentados, os dois LD trazem em seus capítulos espaços para discussões e dúvidas sobre corpo, de maneira bem elaborada e contemplando diferentes visões. Abordando temas relacionados, como a sexualidade além da reprodução humana e abrindo espaço para discutir a formação social do corpo presente na escola. Contudo, cabe aos (as) professores (as) realizarem essas discussões, e entender que na escola existe uma enorme diversidade cultural e assim, adaptar o que for possível para realizar esta abordagem, contemplando o corpo além do viés biológico, abordar todos os aspectos sociais que fazem parte de sua história.

No entanto, é necessário saber se esses profissionais se sentem preparados para realizar essa abordagem, e é nesse sentido que nossa pesquisa tem sequência, analisando através de suas narrativas

quais suas concepções sobre o corpo humano biossocial, assim como suas possíveis dificuldades de abordagem. Após essa análise, a pretensão é realizar cursos de formação continuada, proporcionando subsídios para essas discussões tão importantes no contexto atual da educação brasileira.

Ressaltamos, sobre a abordagem do corpo humano nos LD que os mesmos devem trazer em seus conteúdos uma linguagem mais clara e não linear, conteúdos menos segmentados e mais integradores das partes do corpo humano, valorizando assim as diferentes culturas e realidades presentes no âmbito escolar.

Referências

- ALVES, R. **Estórias de quem gosta de ensinar**. 5. ed. Cortez. São Paulo: Brasil, 1985.
- BARBOSA, M.R.; MATOS, P.M.; COSTA, M.E. Um olhar sobre o corpo: o corpo ontem e hoje. **Psicologia & Sociedade**, São Paulo: Brasil, V. 23, n. 1, 24-34. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/psoc/v23n1/a04v23n1>. Acesso em 10 de jun de 2016.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70. São Paulo: Brasil, 2011.
- BRASIL. **Ministério da Educação**. FNDE. Funcionamento. Brasília: Brasil, 2006. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/livrodidatico/livro-didatico-funcion>. Acesso em 20 de jun. de 2016,
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais– Ciências Naturais**. Brasília, 1997. 90 p.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução**. Brasília: Brasil, 1998.
- BRUHNS, H.T. (org.) **Conversando sobre o corpo**. 5. ed. Papyrus. Campinas: Brasil. 1994.
- BUSSOLETTI, D.; MOLON, S. I. Diálogos pelas alteridades. In. MORAIS, A. M. P de; MENEZES. M; SALOMÃO. S. R. **O corpo humano como bio-cultural: referências africanas para a abordagem do corpo humano nas séries iniciais do ensino fundamental**. Revista da SBEnBio - Número 7.

- Rio de Janeiro: Brasil, 2014. Disponível em: <http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0527-2.pdf>. Acesso em: 10 de out de 2016,
- CAMACHO, R. C. S. **As repercussões do currículo oculto na sociedade**. Trabalho Acadêmico Apresentado na Disciplina de Educação da Universidade da Madeira. Funchal: Portugal. 2010. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/rakellcsc/curriculo-oculto>. Acesso em: Out de 2016.
- CARNEIRO, M.H.S.; SANTOS, W.L.P.; MÓL, G.S. Livro Didático Inovador e Professores: uma tensão a ser vencida. **Revista Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte: Brasil. v. 7, n, 2. pp. 1-13. 2005. Disponível em: <https://seer.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/8203/6158>. Acesso em: Out de 2016.
- DAOLIO, J. **Da cultura do corpo**. Ed. Papirus, Campinas: Brasil.1995.
- FAUSTO-STERLING, A. **Sexing the Body: Gender Politics and the Construction of Sexuality**. New York: Basic Books. (2000). Disponível em: <https://lib-com.org/files/Fausto-Sterling%20-%20Sexing%20the%20Body.pdf>. Acesso em: Out de 2016.
- FREIRE, P. **A educação na cidade**. 7 ed. Cortez. São Paulo: Brasil, 2006.
- FOUCAULT, M. **Vigiar e punir: nascimento da prisão**. Trad. RAMALHETE, R. 40 ed. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2012.
- GAVIDIA, V. A construção do conceito de transversalidade. In: ÁLVAREZ, N. et al. (org.). **Valores e temas transversais no currículo**. Artmed. Porto Alegre: Brasil, p.15-30. 2002.
- GOELLNER, S. (org.). **Corpo, gênero e sexualidade: um debate contemporâneo na educação**. Vozes, Petrópolis: Brasil. 2003. p. 28-40.
- GROSSI, E.P. (1990). A contribuição da psicologia na educação. Em Aberto. Brasília: Brasil. V. 9, pp. 45-49. In: Ferreira, M. E. M. P. **O corpo segundo Merleau-Ponty e Piaget**. Revista Ciências & Cognição (2010); Vol 15 n. 3: pp. 047-061. 1990. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cc/v15n3/v15n3a06.pdf>. Acesso em: 16 de out. 2016,
- HEERDT, B.; BATISTA, I.L. Unidade didática na formação docente: natureza da ciência e a visibilidade de gênero na ciência. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Brasil. v. 11, n. 2, pp. 30-60. 2000. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID310/v11_n2_a2016.pdf. Acesso em: 29 de out. 2016.
- JANEIRO, A.R.; PECHULA, M.R. Anatomia: uma ciência morta? O conceito “arte-anatomia” através da história da biologia. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Brasil, v. 11, No. 1, 12-30. 2016. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID296/v11_n1_a2016.pdf. Acesso em: 18 de out. 2016.
- JOÃO, R.B; BRITO, M. Pensando a corporeidade na prática pedagógica em educação física à luz do pensamento complexo. **Rev. Bras. Educ. Fís. Esp.**, São Paulo: Brasil, v. 18, n. 3, pp. 263-72, jul./set. 2004.
- KINDEL, E.A.I. **Práticas pedagógicas em ciências: espaço, tempo e corporeidade**. Edelbra. Erechim, Brasil. 2012.
- KOFES, S. E sobre o corpo, não é o próprio corpo que fala? Ou, o discurso desse corpo sobre o qual se fala. In: BRUHNS, H.T. (org.). **Conversando sobre o corpo**. 5. ed. Papirus. Campinas: Brasil, 1994. 107 p.
- LANES, D.V.C. et al. A recreação como ferramenta metodológica para abordar sexualidade e gênero na educação infantil. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Brasil. V. 8, N. 2, pp. 95-103. 2013. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID215/v8_n2_a2013.pdf. Acesso em: 10 de out. 2016.
- LANES, K.G. et al. Sobre peso e obesidade: implicações e alternativas no contexto escolar. **Revista Ciências&Ideias**, V. 3, n. 1, pp. 1-18. Brasil, 2011. Disponível em: <http://revistas-cientificas.ifrj.edu.br:8080/revista/index.php/reci/article/view/77/12>. Acesso em 18 de out. 2016.
- LARA, S. et al. Trabalhando a interdisciplinaridade com o Tema Transversal saúde na formação

- inicial de estudantes do Curso Normal. **Revista Ciências&Ideias**, Brasil, v. 6, n. 2, pp. 116-134. 2015. Disponível em: <http://revistascientificas.ifrj.edu.br:8080/revista/index.php/reci/article/view/379>. Acesso em: 18 de out. 2016.
- LE BRETON, D. **Antropologia do corpo e modernidade**. Trad. DOS SANTOS CREDER, F. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2012.
- LUCKESI, C.C. **Filosofia da Educação**. Cortez. São Paulo: Brasil, 1994.
- MALLMANN, E.M. Pesquisa-ação educacional: preocupação temática, análise e interpretação crítico-reflexiva. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo: Brasil, v. 45 n. 155, 76-98. 2015. Acesso em: 11 de out. 2016, <http://www.scielo.br/pdf/cp/v45n155/1980-5314-cp-45-155-00076.pdf>.
- MARTINS, I.P. et al. **Explorando...: a complexidade do corpo humano: guia didático para professores**. Lisboa: Direção-Geral da Educação. 2012. Disponível em: http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Basico/Documentos/explorando_complexidade_corpo_humano.pdf. Acesso em: 17 out. 2016.
- MENDES, M.I.B.S.; NÓBREGA, T.P. Corpo, natureza e cultura: contribuições para a educação. **Revista Brasileira de Educação**. São Paulo: Brasil, n. 7. 2004.
- MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção**. 3ª ed. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 2006.
- MORAES, V.R.A de; GUIZZETTI, R.A. Percepções de alunos do terceiro ano do Ensino Médio sobre o corpo humano. **Ciênc. Educ.**, Bauru, Brasil, 2016. v. 22, n. 1, 253-270.
- MOREIRA, B.L.R. et al. Educação sexual na escola: implicações para a práxis dos adultos de referência a partir das dúvidas e curiosidades dos adolescentes. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: Espanha, Vol. 10, No. 1, 64-83. 2011. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5505787>. Acesso em: 07 de out. 2016.
- MOREIRA, B.L.R.; FOLMER, V. Percepções de professores de ciências e educação física acerca da educação sexual na escola. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, Porto Alegre: Brasil. V. 10, No 2, pp. 150-163., 2015. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID282/v10_n2_a2015.pdf. Acesso em: 18 de out. 2016.
- MOSCOVICI, S. **Representações Sociais: Investigações em Psicologia Social**. Trad. GUARESCHI, P.A. 7. ed. Vozes. Petrópolis: Brasil. 2010.
- NEHM, R.H.; YOUNG, R. "Sex Hormones" in Secondary School Biology Textbooks. **Science and Education**, v. 17, n. 10, pp. 1175-1190. 2008. Doi: 10.1007/s11191-008-9137. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID310/v11_n2_a2016.pdf. Acesso em: 29 de out. 2016.
- OLIVEIRA, S. Texto visual, estereótipos de gênero e o livro didático de língua estrangeira. **Trabalhos de Linguística Aplicada** Campinas, Brasil, v. 47, n. 1, pp. 91-117. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.hp?pid=S010318132008000100006&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em Out de 2016.
- OSSAK, A.; BELLINI, M. O livro didático em ciências: condutor docente ou recurso pedagógico? **Ensino, Saúde e Ambiente**, Rio de Janeiro: Brasil. v. 2, n. 3, p 2-22, 2009. Disponível em: <http://ensinosaudeambiente.uff.br/index.php/ensinosaudeambiente/issue/view/11>. Acesso em: Out de 2016.
- PRADO, V.M.; RIBEIRO, A. M. Gêneros, sexualidades e educação física escolar: um início de conversa. **Motriz**, Rio Claro: Brasil. v.16, n.2, pp. 402-413.
- RICARDO, M.C.P. et al. Educação em relações humanas para sexualidade no ensino fundamental. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Brasil. V. 10, N. 2, pp. 119-130. 2015. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID280/v10_n2_a2015.pdf. Acesso em: 24 de Nov.2015.
- SANTOS, M. E. T. et al. *Tema Transversal saúde no contexto escolar: análise da formação e da prática pedagógica docente nos anos iniciais da Educação Básica*. **Revista Ciências&ideias**, Rio de Janeiro: Brasil. v. 7, n. 1, pp. 85-101. 2016.

- Disponível em: <http://revistascientificas.ifrj.edu.br:8080/revista/index.php/reci/article/view/471>. Acesso em: 17 de out. 2016.
- SANTOS, M.E.T. *et al.* A Saúde enquanto Tema Transversal em Livros Didáticos de Ciências para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Santa Catarina: Brasil, v.8, n.1, pp. 53-73. 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/Emerson/Downloads/38704-128208-1-SM.pdf>. Acesso em: 03 de dez. 2016.
- SIGANSKI, B.P.; FRISON, M.D.; BOFF, E. T. de O. (2008). O Livro Didático e o Ensino de Ciências. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XIV ENEQ). 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0468-1.pdf>. Acesso em: 03 de set. de 2016. pp, 1-13.
- SOUZA, N. G. S; CAMARGO, T. S. O corpo no ensino de ciências: serão possíveis outras abordagens. In: SILVA, F. F.; MELLO, E. M. B. (org.). **Corpos, gêneros, sexualidade e relações étnico-raciais na educação**. Unipampa. Uruguaiana, RS: Brasil. pp. 28-41. 2011.
- VASCONCELOS, S.D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, Rio de Janeiro, Brasil, v. 9, n. 1, pp. 93-104. 2003. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000100008>



UMA ANÁLISE DO TEMA INTERDISCIPLINARIDADE NAS PRINCIPAIS REVISTAS BRASILEIRAS DE ENSINO DE CIÊNCIAS

AN ANALYSIS OF THE INTERDISCIPLINARITY THEME IN THE MAIN BRAZILIAN JOURNALS ON SCIENCE EDUCATION

UN ANÁLISIS DEL TEMA DE LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LAS PRINCIPALES REVISTAS BRASILEIRA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Guilherme do Amaral Carneiro^{*}, Carlos Roberto Cardoso Ferreira^{}, Fernanda Cristina Pansera^{***}
Rian Stenico Beduschi^{****}**

Cómo citar este artículo: Do Amaral, G., Cardoso C. R., Pansera F. C., Beduschi, R. S. (2018). Uma análise do tema interdisciplinaridade nas principais revistas brasileiras de ensino de ciências. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 13(1), 73-85. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.11961>.

Resumo

A discussão sobre interdisciplinaridade está presente no âmbito da Educação há mais de 30 anos e tem repercutido na área de Ensino de Ciências. Apesar dos diversos trabalhos nos principais periódicos brasileiros da área, ainda existem lacunas que podem trazer informações complementares sobre pesquisas que relacionam interdisciplinaridade e Ensino de Ciências. Com o propósito de preencher parte dessa lacuna, realizamos um estudo cujo objetivo foi identificar estas abordagens em artigos das principais revistas da área no Brasil. Utilizamos os termos interdisciplinaridade e interdisciplinar como descritores nos títulos, resumos e palavras-chave para selecionar os artigos analisados. Foi possível constatar que os estudos se concentram na Educação Básica e tratam principalmente de

Recibido: 05 de mayo de 2017; aprobado: 27 de octubre de 2017

* Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (USP). Mestre em Educação para Ciência pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) do campus de Bauru. Atualmente está concluindo o doutorado em Educação para Ciência também pela UNESP do Campus de Bauru. Em seus estudos dedica-se sobre educação científica em Museus e Centros de Ciências brasileiros. É fundador e gestor do "Museu do Café de Piratininga", um centro de ciências localizado no interior de São Paulo. Correio eletrônico: guiamaral.biologo@gmail.com

** Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), campus de Ilha Solteira. Estudante de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ensino em Processos Formativos, pela mesma instituição. Participa do Grupo de Pesquisa em Currículo: Estudos, Práticas e Avaliação (GEPAC) da UNESP, com estudos nas áreas de Educação Comparada, Educação em Bioquímica e Currículo. Correio eletrônico: karlospherreira@gmail.com

*** Possui Licenciatura em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, campus Bento Gonçalves. Atualmente está concluindo o mestrado em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", onde se dedica ao estudo das Questões Sociocientíficas. Correio eletrônico: fernandacpansera@hotmail.com

**** Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP). Atualmente está concluindo o mestrado em Educação para Ciência também pela UNESP do campus de Bauru. Em seus estudos dedica-se sobre o Ensino de Evolução Biológica utilizando os princípios da Pedagogia Histórico-Crítica. Trabalha como professor há três anos em um curso pré-universitário da cidade de Botucatu. Correio eletrônico: rianbeduschi@gmail.com

questões relacionadas ao currículo. As áreas de Ensino de Física e Biologia se destacam, bem como as abordagens Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e Educação Ambiental. Os dados também apontam para um panorama contrastante, de diversificação e decréscimo das pesquisas que relacionam Ensino de Ciências e Interdisciplinaridade.

Palavras chaves: educação científica, revista científica, bibliografia analítica, bibliometria.

Abstract

The discussion on interdisciplinarity has been present in the scope of Education for over 30 years and has had repercussions in the area of Science Education. Despite the many works in the main Brazilian journals in the area, there are still gaps about complementary information on research that relates interdisciplinarity and Science Education. In order to fill some of this gap, we carried out a study whose objective was to identify these approaches in articles of the main national science education journals. We use the terms interdisciplinarity and interdisciplinary as descriptors in the titles, abstracts, and keywords to select the articles analyzed. It was found that studies focus on basic education and deal mainly with curriculum issues. The areas of physics and biology education stand out, as well as the science environment technology society and Environmental Education approaches. Data also point to a contrasting panorama, of diversification and decrease of the research that relates Science Teaching and Interdisciplinarity.

Keywords: science education, scientific journal, analytical bibliography, bibliometrics.

Resumen

La discusión sobre interdisciplinariedad está presente en el ámbito de la Educación hace más de 30 años y ha repercutido en el área de Enseñanza de las Ciencias. A pesar de los diversos trabajos publicados en las principales revistas brasileñas del área, aún existen vacíos sobre informaciones complementarias de investigaciones que relacionen la interdisciplinariedad con la Enseñanza de las Ciencias. Con el propósito de llenar algo de este vacío, realizamos un estudio cuyo objetivo fue identificar tales perspectivas en artículos de las principales revistas del área en el Brasil. Utilizamos los términos de interdisciplinariedad e interdisciplinar como descriptores en los títulos, resúmenes y palabras clave para seleccionar los artículos analizados. Fue posible constatar que los estudios se concentran en la educación básica y tratan principalmente de cuestiones relacionadas al currículo. Se destacan las áreas de enseñanza de la física y biología, así como las perspectivas ciencia-tecnología-sociedad-ambiente (CTSA) y educación ambiental. Los datos también apuntan hacia un panorama de contraste entre la diversificación y la disminución de las investigaciones que relacionan la enseñanza de las ciencias con la interdisciplinariedad.

Palabras Clave: educación científica, revistas científicas, bibliografía analítica, bibliometría.



Atribucion, no comercial, sin derivados

Introdução

Há algum tempo, a discussão sobre interdisciplinaridade tem sido debatida no âmbito da Educação (JAPIASSU, 1976; FAZENDA, 1979) e estas reflexões têm repercutido na área de Ensino de Ciências. Como consequência, observa-se um aumento da produção científica com essas abordagens e temas. Esse fenômeno tem relação com o interesse e crescimento da área de educação em ciências, em especial nas últimas três décadas, como apontaram ALMEIDA e NARDI (2013). SILVA e MEGID NETO (2006) fizeram uma importante pesquisa de estado do conhecimento para compreender as principais linhas de pesquisa em Educação em Ciências. Estes estudos apontaram as abordagens interdisciplinares como sendo uma das mais relevantes. Pesquisas recentes continuam incluindo esta abordagem entre as linhas de investigação em Ensino de Ciências mais importantes (DE LARA, BORGES, 2011; FAZENDA, 2013; RAZERA, 2016). Constata-se assim que a interdisciplinaridade vem se constituindo como um campo de pesquisa de interesse crescente dos pesquisadores brasileiros na área de Ensino de Ciências.

Nas últimas décadas, diversas pesquisas apontam que a educação científica tem promovido um ensino fragmentado e disciplinar, descontextualizado do cotidiano dos estudantes, cujas consequências incluem a perpetuação de uma visão acrítica e dogmática das ciências (FAZENDA, 2013; FOUREZ, 1992; FOUREZ, 1998; KRASILCHIK, MARANDINO, 2004). A ausência de reflexões críticas sobre estas questões tem contribuído para este efeito indesejável, que vai na contramão das propostas atuais de uma educação científica voltada à prática social e à formação cidadã da população (CACHAPUZ *et al.* 2001). Desde a década de 1990, segundo FAZENDA (2013), os principais congressos e pesquisas discutem estratégias de como renovar o Ensino de Ciências. Ainda de acordo com essa autora, a palavra de ordem destas novas abordagens, no Brasil e no mundo, tem sido a interdisciplinaridade. A pesquisadora apresenta a área como o novo paradigma emergente do conhecimento. Nos últimos

30 anos, a preocupação de exercer com responsabilidade a tarefa de promover pesquisas com este perfil motivou estudos importantes, desde aqueles que se debruçaram sobre a definição mais criteriosa do termo, até outros que realizaram retrospectivas históricas, reflexões sobre suas abordagens e bases epistemológicas. As abordagens interdisciplinares nascem em oposição às propostas de fragmentação do conhecimento e permitiram consideráveis avanços em pesquisas que envolvem trabalho em Educação e Ensino de Ciências (FAZENDA, 2013).

Este trabalho teve a intenção de identificar, nos últimos 3 anos, quais são as principais áreas de interesse dos pesquisadores brasileiros que procuraram relacionar Ensino de Ciências e interdisciplinaridade. Para tanto, fizemos um estudo de natureza quantitativa para trazer dados recentes para as discussões que utilizam estas abordagens. O trabalho de RAZERA (2016) aponta que pesquisas de natureza quantitativa podem enriquecer as discussões, ampliar as informações e expor novos indicadores a respeito das linhas de investigação que compõe determinada área de interesse. Inspirado na proposta do autor, que procurou analisar a importância conferida às pesquisas que relacionavam formação de professores e Ensino de Ciências, este artigo teve o objetivo de enriquecer as informações disponíveis sobre pesquisas que tratam do tema Interdisciplinaridade e Ensino de Ciências. Para isso, identificamos e realizamos uma pesquisa nas quatro principais revistas científicas brasileiras da área. O parâmetro de escolha das revistas foi a classificação pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) na área de Ensino, no levantamento de 2014. Foram estudadas as revistas dedicadas exclusivamente ao Ensino de Ciências, que possuem classificação A1 e A2.

A análise compreendeu os trabalhos publicados entre 2014 e 2016, para avaliar os estudos mais recentes. Selecionamos artigos com os termos interdisciplinaridade e interdisciplinar nos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos. Também analisamos os níveis de ensino e as áreas do conhecimento que estes estudos se relacionam, de modo

que fosse possível identificar as principais linhas de pesquisa com esta abordagem no Ensino de Ciências brasileiro da atualidade. Foi possível observar que os estudos estão concentrados na Educação Básica e abordam principalmente questões relacionadas ao currículo. Quanto às áreas do conhecimento, prevalecem os trabalhos desenvolvidos em Ensino de Física e em Ensino de Biologia, e as abordagens mais frequentes são de Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e Educação Ambiental. Foi possível perceber também uma diversificação das pesquisas que relacionam Ensino de Ciências e Interdisciplinaridade e, ao mesmo tempo, um decréscimo do número de pesquisas ao longo do período analisado.

Tendo em vista a complexidade das questões que envolvem o Ensino de Ciências e a Interdisciplinaridade, na seção a seguir discutiremos algumas ideias sobre o tema, seus pressupostos e implicações. Em seguida, descreveremos os caminhos metodológicos escolhidos para este estudo, tendo em vista seu caráter quantitativo. Por fim, discutiremos os resultados dessa investigação e nossas considerações finais.

Considerações sobre Interdisciplinaridade e o Ensino de Ciências

Não temos a pretensão de fornecer uma definição do que seja interdisciplinaridade, já que sua conceituação ainda não é um consenso. A proposta é tecer considerações sobre o termo e promover uma reflexão sobre algumas preocupações que emergem a partir de uma nova forma de refletir sobre o mundo. Em nossa opinião, mais importante que conceituar, é refletir a respeito das atitudes que se constituem como interdisciplinares, como apontou FAZENDA (1979), e de como seus pressupostos inspiram estudos nas diferentes áreas de Ensino de Ciências no Brasil.

Segundo FAZENDA (1994), a ideia de interdisciplinaridade surgiu na Europa, especialmente na

França e Itália, durante a década de 1960. Para a autora, surgiu como uma espécie de resposta aos movimentos estudantis daquela época, que exigiam um ensino mais voltado para as questões de ordem social, política e econômica da época. Esses movimentos acreditavam que apenas com a integração dos saberes seria possível resolver os grandes problemas da sociedade. No Brasil, ainda segundo a autora, a interdisciplinaridade chegou no final de 1960 e exerceu influência na elaboração da Lei de Diretrizes e Bases 5.692/71 (LDB). Desde então, o uso do termo no sistema educacional brasileiro tem se intensificado, com destaque para LDB 9.394/96 e os Parâmetros Curriculares Nacionais¹ (PCN) de 2010, conforme destacaram MOZENA, OSTERMANN (2014), que apontam a abordagem interdisciplinar como base da organização da Educação Básica, em especial do Ensino Médio.

Na literatura em educação é possível observar definições variadas para tratar da interdisciplinaridade, com uma multiplicidade de sentidos. Uma definição clássica apontada por FAZENDA (2008) foi feita em 1970, nos primórdios das discussões sobre o tema, pelo Centro de Pesquisa e Inovação do Ensino (CERI) da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). No documento, segundo a autora, o centro define interdisciplinaridade como a interação existente entre duas ou mais disciplinas. A mesma ainda afirma que tal definição pode incluir a simples comunicação de ideias ou até a integração de conceitos-chave disciplinares. Concordamos com ela que esta definição é abrangente demais e certamente não é suficiente para nortear práticas interdisciplinares, muito menos para ser considerada uma definição do termo propriamente.

Em oposição à conceituação da OCDE, FAZENDA (2008) propõe uma nova forma de decodificar e conceber a interdisciplinaridade. Apoiando-se em FOUREZ (2001) e LENOIR (1998) a autora distingue o termo a partir de suas finalidades, diferenciando a

1 Os PCNs são diretrizes curriculares elaboradas pelo Governo Federal que orientam a Educação Básica nas redes pública e privada de ensino brasileiras.

interdisciplinaridade científica da escolar e da profissional ou prática. Para a autora, cada uma destas finalidades se organiza a partir de objetivos próprios e compreendem formas distintas de construção do conhecimento. Discutiremos brevemente o surgimento do termo disciplina nas ciências e tomaremos aqui o contexto da interdisciplinaridade no ensino, mais especificamente no Ensino de Ciências.

Em uma perspectiva sociohistórica, a noção de disciplina como comportamento é antiga, mas as de disciplinas científicas são mais recentes (FOUREZ, 1995). A introdução dessa noção, segundo o filósofo francês, ocorre no século XVIII e, a partir daí, passamos a organizar os saberes em disciplinas e princípios fundamentais. FOUREZ (1995) apoia-se nas ideias do filósofo das ciências Thomas Kuhn para tratar dos critérios atuais reconhecidos para se falar do surgimento e estabelecimento de uma disciplina. Segundo KUHN (2005), para que esse estabelecimento ocorra é necessária uma institucionalização das práticas de pesquisa e de ensino em torno de uma comunidade profissional, de instituições e de um paradigma, definindo seus pressupostos e objetivos dos saberes construídos. Para FOUREZ (1995), estas comunidades descobrirão interesses particulares que eles defenderão socialmente. O autor analisa que, pouco a pouco, os cientistas tendem a esquecer a origem das suas disciplinas e parecerá tão natural, que ficarão desconectados das particularidades sociohistórica que a fizeram nascer. Ele ainda aponta que estas características produziram recentemente o surgimento de disciplinas distintas, que chamamos de ciências fundamentais, ciências de base ou “duras”.

FOUREZ (1998) reconhece que o conhecimento disciplinar demonstrou-se uma potência na história das ciências e uma estratégia de conhecimento estabelecida, eficaz e padronizada. Observa também que a padronização permitiu que as disciplinas fossem mais facilmente ensinadas. No entanto, o autor aponta que, atualmente, as disciplinas são pouco adaptadas às necessidades de inúmeras situações educacionais. Para o filósofo francês, o problema é que elas são organizadas muito mais em volta de

princípios, produtos da sua história, que em torno de problemas sociais atuais concretos. O autor afirma ainda que no sistema escolar, historicamente, as disciplinas encontraram um nicho, tanto no ensino secundário como no superior. Neles os saberes são ensinados partindo das ciências de base e a imagem da descoberta de saberes universais e genéricos prevalece.

FOUREZ (1998) explicita que os conhecimentos disciplinares não são organizados ao redor de problemas concretos a serem resolvidos, mas em volta de questões estruturadas por pressupostos teóricos. Para o autor, apesar da disciplinarização das ciências ter trazido ordem e padronização ao ensino, ela também trouxe perda dos sentidos, já que os estudantes parecem ter a impressão de que os cursos que eles recebem são mais dedicados a fazê-los entrar na cultura dos cientistas do que lhes permitir organizar o mundo à sua própria maneira. Segundo ele, isso tem se agravado, já que o ensino tem sido mais e mais disciplinar, em especial a partir do momento em que os educadores também passaram a ter uma formação mais voltada para as disciplinas científicas de base do que sobre as humanidades.

No Brasil, em 1976, HILTON JAPIASSU foi um dos primeiros pesquisadores brasileiros a refletir e escrever sobre o assunto. O autor publicou o livro *Interdisciplinaridade e patologia do saber*, no qual discute a necessidade de superar os limites impostos pelo conhecimento compartimentado, fragmentado e da especialização cada vez maior das disciplinas científicas. Na obra, o autor aponta que esta especialização promoveu um afastamento entre as disciplinas, que resultou na total ausência de diálogo entre as ciências de base, mas em especial delas com as ciências humanas (JAPIASSU, 1976). Para ele, a ciência como única fonte de conhecimento válido não se sustenta, e as diversas crises da sociedade humana no final do século XX também são reflexo de um saber e um existir fragmentados. Uma das pioneiras em estudos na área, Ivani Fazenda, ainda na década de 1970, publicou a obra *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia*, onde se aprofunda sobre o termo com

o objetivo de construir um conceito para interdisciplinaridade. A autora define interdisciplinaridade como uma atitude perante o conhecimento. Em sua obra, a pesquisadora propõe que interdisciplinaridade seria um novo olhar que permitiria compreender e, por consequência, transformar o mundo. Seria uma postura capaz de restituir a unidade perdida do saber (FAZENDA, 1979).

Nas décadas seguintes, FAZENDA (2008) afirma que os estudos no Brasil passam a se concentrar na busca dos princípios teóricos e nos processos da abordagem interdisciplinar. Para a autora, a interdisciplinaridade continuou a se disseminar, mas sem embasamento. Segundo ela, o amadurecimento das pesquisas na área e a conscientização a respeito da abordagem interdisciplinar, possibilitaram superar o conhecimento fragmentado e permitiram maior diálogo entre os conhecimentos especializados. Ela aponta que neste processo de amadurecimento, questões teóricas, em especial epistemológicas e ideológicas, passam a ser consideradas nas abordagens interdisciplinares. Apoiando-se na perspectiva de abordagem proposta por LENOIR (2005), a autora observa que, para melhor compreender o termo interdisciplinar, é necessário considerar o que a ela denominou de lógica do sentido, da funcionalidade e da intencionalidade. FAZENDA (2008), aponta que o saber interdisciplinar é legitimado pela capacidade de abstração, que ela denominou saber saber, pelo saber prático ou saber fazer, e por uma terceira dimensão, que a autora denominou saber ser interdisciplinar, que por sua vez permitiria unir intencionalidade e funcionalidade.

Os estudos de LENOIR (2001) e FAZENDA (2008) enfatizam a questão de as disciplinas científicas não darem conta de enfrentar problemáticas complexas sozinhas. Segundo FAZENDA (2008), é necessário que as diferentes esferas da sociedade revejam suas exigências, já que a vida nas sociedades atuais se desloca para situações cada vez mais complexas. No contexto da interdisciplinaridade no ensino, a autora aponta que sua perspectiva é educativa e a construção dos conhecimentos na área se dá de

forma distinta dos saberes das ciências de base. No ensino, segundo a autora, as noções, finalidades, habilidades e técnicas visam favorecer sobretudo a aprendizagem, o que permite o respeito aos conhecimentos prévios dos alunos num processo de diálogo e interação de saberes e a integração destes às sociedades hipersofisticadas da atualidade. Para a autora, é necessário superar a disciplinarização no ensino secundário e superior. O ensino atual, segundo ela, passa os conhecimentos de forma acrítica, como verdades científicas. FAZENDA (2008) e FOUREZ (2001) concordam que um dos caminhos para superar estas questões envolve o ensino de ciências orientado por projetos ou situações-problema, que permitem abordagens que levam em consideração as múltiplas dimensões de um problema, como a econômica, social e cultural. FOUREZ (2001) afirma que o resultado do ensino disciplinar atual foi a perda de sentido do Ensino de Ciências e da compreensão, por parte dos estudantes, das relações entre ciência e sociedade e entre a ciência e o cotidiano.

Observando a complexidade dessas questões, o Ensino de Ciências vem discutindo a adoção de práticas interdisciplinares na área como uma das possibilidades para sua melhoria. A discussão proposta acima nos permite refletir sobre a maneira que a ideia de interdisciplinaridade tem sido apropriada pelas pesquisas em Ensino de Ciências. Mas algumas questões permanecem e foram objeto de estudo deste trabalho.

Metodologia

Para elaborar este artigo realizamos um levantamento quantitativo e utilizamos técnicas adaptadas de estudos bibliométricos. Foram identificados 444 artigos de quatro revistas brasileiras em Educação em Ciência, no período entre 2014 e 2016. Foram analisadas as revistas: Ciência e Educação, Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Investigação em Ensino de Ciências e a Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Estas revistas foram escolhidas em virtude de apresentarem o

escopo direcionado para a Educação em Ciências e por serem avaliadas pela CAPES nos estratos A1 e A2 da área de Ensino.

Os artigos foram identificados nos sítios das próprias revistas e transferidos para nossos computadores a fim de serem tabulados e analisados. Utilizamos os aplicativos Microsoft Excel® (versão 2011), Microsoft Bloco de Notas Professional® (versão 6.1) e Microsoft Office Word® (versão 2011) para organizar os dados. Esses procedimentos de sistematização dos dados permitem futuras verificações e identificações de eventuais discrepâncias nas análises dos dados obtidos. Estes aplicativos permitiram a busca de descritores específicos nos artigos identificados. Segundo RAZERA (2016), descritores são termos que identificam conceitos de uma determinada área do conhecimento sem problemas de compreensão de sentido. Segundo FERREIRA (1999) e RIBEIRO (2006) os descritores auxiliam na identificação de determinados assuntos de trabalhos científicos e podem ser usados como indexadores em bancos de dados. Assim como ressaltado por RAZERA (2016), o conceito de descritores utilizado nesta publicação não deve ser confundido com palavras-chave informadas nos artigos, já que nossa busca não se restringiu a elas.

Os descritores buscados em cada um dos 444 artigos analisados foram “interdisciplinaridade” e “interdisciplinar”. Os termos em inglês e espanhol também foram objeto de análise nos artigos publicados nas revistas analisadas. Após esta primeira etapa de identificação dos artigos revisamos todos os artigos com o objetivo de filtrar eventuais problemas e incongruências. Aqueles artigos que apresentavam ao menos um dos descritores mencionados no título, no resumo ou nas palavras-chave foram selecionados para análise.

As análises dos dados e os resultados obtidos se deram em duas etapas. A primeira apresenta os indicadores bibliométricos do espectro de artigos identificados que citam os termos utilizados como descritores. Esses estudos foram comparados ao número total de artigos de cada revista para identificar a importância conferida às abordagens em

interdisciplinaridade por esses meios de comunicação científica. A segunda etapa consistiu em identificar as linhas ou áreas de pesquisas, assuntos e perfil das investigações em interdisciplinaridade nos últimos três anos no Brasil. FERNÁNDEZ CANO e BUENO SÁNCHEZ (1998) apontam que há uma diversidade de indicadores bibliométricos que podem ser utilizados. Os indicadores escolhidos tiveram o propósito de identificar as principais áreas que relacionam ensino de ciências e interdisciplinaridade em suas pesquisas.

Abordagens interdisciplinares e ensino de ciências nas principais revistas brasileiras da área

As publicações nas principais revistas brasileiras de Ensino de Ciências podem trazer importantes indicadores sobre pesquisas que relacionam interdisciplinaridade e Ensino de Ciências. Podem ainda evidenciar a relevância dada ao tema, quais áreas estão sendo priorizadas, quais níveis de ensino ocorrem, dentre diversas outras questões relevantes para interessados nesta abordagem. As revistas são meios de comunicação importantes e inegáveis fontes de inspiração para pesquisas científicas. Este trabalho analisou as quatro principais revistas da área no Brasil. Nesta primeira parte, identificamos e discutimos indicadores bibliométricos dos artigos que mencionaram pelo menos um dos descritores, ou seja, os termos interdisciplinaridade e/ou interdisciplinar. Dentre os 444 artigos publicados entre 2014 e 2016 pelas revistas analisadas, selecionamos 22 artigos que se declaravam como pesquisas que relacionavam interdisciplinaridade e ensino de ciências.

A revista com maior número de publicações que trata do tema interdisciplinaridade foi a revista *Ciência e Educação* com 9 artigos publicados no período, seguida pela *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* com 5 artigos publicados. As revistas *Pesquisa em Educação em Ciências* e *Investigação em Ensino de Ciências* publicaram apenas 4 artigos nos últimos 3 anos dentro desta temática.

A presença dos descritores nos títulos, nas palavras-chave e nos resumos dos trabalhos analisados indicam que os pesquisadores descrevem seus trabalhos como inseridos na área de interesse objeto desta análise. Esse parâmetro, por sua vez, indicou que apenas 5%, em média, dos artigos publicados no período compreendido por este trabalho, relacionam o tema interdisciplinaridade e o Ensino de Ciências. Os dados indicam uma baixa quantidade de estudos que se autodenominam como abordagens interdisciplinares em Ensino de Ciências. Outro ponto que merece atenção é a evolução temporal dos artigos publicados. Nas revistas analisadas há oscilações no número total de artigos publicados a cada ano, ao calcular a frequência de artigos publicados sobre interdisciplinaridade em relação ao número total de publicações anuais, percebemos que houve uma queda significativa de trabalhos sobre o tema no ano de 2016. Quando a análise foi feita por revista, encontramos oscilações, mas, de modo geral, também demonstra a tendência de queda em 3 das 4 revistas. A revista da RBPEC é a única que ampliou as publicações entre 2015 e 2016, já que em 2015 não havia publicado nenhum artigo que relacionava Ensino de Ciências e interdisciplinaridade. As informações tabuladas nesta primeira etapa foram descritas na tabela 1.

A ideia de interdisciplinaridade pressupõe práticas e atitudes perante o conhecimento que possibilitam encontro, cooperação e diálogo entre diferentes áreas do conhecimento. Os envolvidos em um trabalho ou pesquisa com esta abordagem estão preocupados com diversas questões e, essencialmente, comprometidos com a melhoria do ensino de ciências. Com este olhar, na segunda etapa deste trabalho, nossa análise consistiu em tabular as áreas que estes trabalhos se relacionavam, os níveis de ensino em que os autores declaravam ocorrer, dentre outras questões. Para atingir estes objetivos, analisamos os mesmos itens que utilizamos para definir a abordagem interdisciplinar, ou seja, os título, as palavras-chave e os resumos. Na tabela 2, os dados obtidos foram numerados para que fosse possível realizar análises posteriormente.

Os itens 6 e 13, que tratam do Ensino Técnico e do Ensino de Matemática foram incluídos por nós, mesmo não tendo sido mencionados nos artigos analisados, como margem de comparação com as demais áreas do conhecimento e níveis de ensino. A intenção foi demonstrar que, no período analisado, não foram divulgadas pesquisas que tratavam destas áreas.

Após a definição das principais áreas de pesquisa que os artigos se relacionavam, segundo

Tabela 1. Artigos analisados nas 4 principais revistas em ensino de ciências no Brasil entre 2014 e 2016.

| REVISTAS ANALISADAS | Período Analisado e Artigos Publicados Totais e com Descritores | | | | | | Total/ Revista |
|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| | Publicado | Descritor | Publicado | Descritor | Publicado | Descritor | |
| | 2014 | 2014 | 2015 | 2015 | 2016 | 2016 | |
| Ciência e Educação | 60 | 5 | 60 | 3 | 60 | 1 | 9 |
| Ensaio: pesquisa em Educação em Ciências | 34 | 2 | 11 | 2 | 9 | 0 | 4 |
| Investigação em Ensino de Ciências | 36 | 2 | 32 | 2 | 30 | 0 | 4 |
| Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências | 44 | 3 | 30 | 0 | 38 | 2 | 5 |
| Total de Trabalhos | 174 | 12 | 133 | 7 | 137 | 3 | 22 |

Fonte: elaborada pelos autores.

os próprios autores, detalhamos esta análise por revista selecionada. Para sistematização dos dados, decidimos numerar os artigos em números arábicos (de 1 ao 22) e apresentar as análises referente às áreas de pesquisa, citando apenas o número relacionado a cada um deles (Tabela 2). A Tabela 3 descreve esta análise por artigo e revista. Os resultados evidenciam que os artigos, muitas vezes, se relacionam a mais que uma área do conhecimento ou nível de ensino, o que demonstra a complexidade das pesquisas com abordagens interdisciplinares.

Diante da definição das áreas que os estudos se relacionavam e níveis de ensino que seus autores afirmavam ocorrer e pesquisar, foi elaborada a tabela 4. Ela indica as principais tendências dos trabalhos em interdisciplinaridade no período e em quais áreas de pesquisa estão concentradas.

Tabela 2. Áreas de pesquisa dos artigos analisados, segundo os próprios autores.

| Áreas de Pesquisas relacionadas à interdisciplinaridade | |
|---|--|
| 1. Ensino Fundamental | 13. Ensino de Matemática |
| 2. Ensino Médio | 14. Literatura |
| 3. Educação de Jovens e Adultos – EJA | 15. ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) ² |
| 4. Educação Superior | 16. Livros Didáticos |
| 5. Educação Especial | 17. Divulgação Científica |
| 6. Ensino Técnico | 18. Currículo |
| 7. Formação Inicial de Professores | 19. Revisão bibliográfica |
| 8. Formação Continuada de Professores | 20. Abordagens CTS/ CTSA |
| 9. Ensino de Física | 21. Aprendizagem Significativa |
| 10. Ensino de Biologia | 22. Educação Ambiental |
| 11. Ensino de Ciências | 23. Epistemologia |
| 12. Ensino de Química | |

Fonte: elaborado pelos autores.

Percebemos que a maioria das pesquisas que relacionam Ensino de Ciências e interdisciplinaridade se concentram na Educação Básica, sendo que 11 trabalhos foram produzidos nesse nível de ensino (6 referentes ao Ensino Médio, 3 ao Ensino Fundamental e 2 à Educação de Jovens e Adultos).

Tabela 3. Áreas e níveis de ensino dos artigos analisados segundo os próprios autores.

| Revistas | Artigo | Área de concentração |
|--|--------|----------------------|
| Ciência e Educação | 1 | 9; 18; 20 |
| | 2 | 4; 11; 18 |
| | 3 | 22; 23 |
| | 4 | 2; 8 |
| | 5 | 2; 12; 18 |
| | 6 | 22;23 |
| | 7 | 1; 11; 14 |
| | 8 | 10; 17 |
| | 9 | 11; 18; 20 |
| Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências | 10 | 11; 19 |
| | 11 | 9; 15 |
| | 12 | 7; 9; 18; 21 |
| Investigação em Ensino de Ciências | 13 | 10; 16 |
| | 14 | 3; 9; 21 |
| | 15 | 2; 10 |
| | 16 | 1; 5; 11 |
| | 17 | 2; 11; 18 |
| Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências | 18 | 3; 10; 12 |
| | 19 | 2; 12; 15; 18 |
| | 20 | 22 |
| | 21 | 2; 11; 18 |
| | 22 | 1; 20; 22 |

Fonte: elaborada pelos autores.

² O Exame Nacional do Ensino Médio foi criado em 1998 pelo Ministério da Educação do Brasil, sendo utilizado para avaliar o desempenho dos estudantes concluintes do Ensino Médio. Atualmente é a principal forma de acesso à Educação Superior no Brasil.

Tabela 4. Áreas e abordagens em interdisciplinaridade nos artigos analisados segundo os próprios autores.

| Áreas de Pesquisas relacionadas à interdisciplinaridade | % das Áreas nos Artigos Analisados |
|---|------------------------------------|
| 1. Ensino Fundamental | 13,60% |
| 2. Ensino Médio | 27,30% |
| 3. Educação de Jovens e Adultos – EJA | 9,10% |
| 4. Educação Superior | 4,50% |
| 5. Educação Especial | 4,50% |
| 6. Ensino Técnico | 0% |
| 7. Formação Inicial de Professores | 4,50% |
| 8. Formação Continuada de Professores | 4,50% |
| 9. Ensino de Física | 18,20% |
| 10. Ensino de Biologia | 18,20% |
| 11. Ensino de Ciências | 31,80% |
| 12. Ensino de Química | 13,60% |
| 13. Ensino de Matemática | 0% |
| 14. Literatura | 4,50% |
| 15. ENEM | 9,10% |
| 16. Livros Didáticos | 4,50% |
| 17. Divulgação Científica | 4,50% |
| 18. Currículo | 36,40% |
| 19. Revisão bibliográfica | 4,50% |
| 20. Abordagens CTS/ CTSA | 18,20% |
| 21. Aprendizagem Significativa | 4,50% |
| 22. Educação Ambiental | 18,20% |
| 23. Epistemologia | 9,10% |

Fonte: elaborada pelos autores.

Constatamos também que 7 trabalhos tratavam especificamente sobre o Ensino de Ciências, 4 sobre o Ensino de Física, 4 sobre o Ensino de Biologia, 3 sobre o Ensino de Química e 1 sobre Literatura. Conforme citado anteriormente, não encontramos trabalhos relacionados ao Ensino de Matemática e a interdisciplinaridade, mas sua inserção enquanto área de pesquisa faz-se necessária neste trabalho,

devido à natureza das revistas analisadas, que tem o Ensino de Matemática como uma das áreas de ciências que publicam.

Ficou evidente também que as discussões sobre currículo foram as que mais se repetiram nas pesquisas. Sendo que esse tema foi citado em 8 trabalhos dos 22 analisados, uma concentração significativa. As abordagens em Ciência, Tecnologia, Sociedade e ambiente (CTS/CTSA) e Educação Ambiental vem logo em seguida, elas foram discutidas em 4 artigos. Com apenas 2 artigos publicados por área de pesquisa no período, observamos trabalhos que abordavam questões epistemológicas em interdisciplinaridade e trabalhos relacionados ao ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Constatamos outros temas relevantes nos dados obtidos, mas pouco realizados ou pouco divulgados, como as pesquisas sobre revisões bibliográficas, as de divulgação científica, as que tratam sobre análise e utilização dos livros didáticos e as que abordam o tema da aprendizagem significativa.

MOZENA, OSTERMANN (2014) em artigo que fizeram uma revisão bibliográfica sobre interdisciplinaridade no ensino de ciências da natureza concluíram que existe um crescimento de produção na área. O estudo das autoras abrangeu o período de 1980 a 2012 e incluiu artigos das principais revistas da área e publicações em congressos de referência em ensino de ciências. Diferentemente da constatação das autoras, nosso trabalho observou um decréscimo de publicações sobre interdisciplinaridade. Esse fato pode indicar um esgotamento do tema ou um desinteresse pelo tema, seja pelos pesquisadores na área ou pelas revistas. Este ponto merece atenção dos pesquisadores na área para que as causas deste decréscimo sejam elucidadas.

Uma das questões que chamou nossa atenção foi a concentração de estudos dedicados a pesquisar os currículos em Ensino de Ciências. Estes trabalhos indicam que as pesquisas atuais estão preocupadas em se desvencilhar da tradição curricular linear e tradicional, como apontaram MOZENA, OSTERMANN (2014). Apesar disso, as análises realizadas apontam que as pesquisas em interdisciplinaridade, embora sejam bastante diversificadas, estão decrescendo.

Tais pontos indicam que os problemas na efetivação da interdisciplinaridade no Ensino de Ciências permanecem nos diversos níveis de ensino e novas pesquisas na área continuam necessárias.

Considerações Finais

As reflexões e os questionamentos propostos pelos pesquisadores em interdisciplinaridade no Brasil permanecem extremamente atuais e relevantes. Ainda se faz necessário superar esta fragmentação do saber no Ensino de Ciências, já que os estudos em educação continuam demonstrando que ele permanece desinteressante para os estudantes, fragmentado, disciplinar e multiplicador de uma visão dogmática. Além disso, raramente o ensino é orientado por projetos interdisciplinares contextualizados ao cotidiano dos alunos, como sugerido por pesquisadores da área. Estas questões parecem estar na origem do afastamento dos estudantes das ciências e, no Brasil, as implicações deste afastamento refletem-se não apenas no desinteresse pelas ciências, mas também na baixa participação pública em questões sociocientíficas que mereceriam participação ativa da sociedade.

A bibliografia aqui apresentada ainda é pequena diante dos inúmeros estudos em interdisciplinaridade na área de educação e no ensino de ciências. Não tivemos a pretensão de apresentar todas as investigações nem de esgotar a discussão sobre o tema. Nossa proposta foi realizar um recorte dos estudos mais atuais que se propuseram em relacionar interdisciplinaridade e ensino de ciências. Acreditamos que o Ensino de Ciências precisa superar esta fragmentação do conhecimento e suas consequências e, as abordagens interdisciplinares, são uma das possibilidades para esta superação.

A intenção de reverter esse quadro de fragmentação do conhecimento pode estar na origem da diversificação das abordagens interdisciplinares. Neste estudo observamos que o leque de assuntos e linhas de estudo são amplos. No entanto, observamos também que os estudos na área são escassos e decresceram nos últimos 3 anos, indicando

um aparente desinteresse de pesquisadores ou das revistas de referência pelas abordagens interdisciplinares. Um ponto interessante e positivo das análises realizadas é que os pesquisadores na área estão muito preocupados com a Educação Básica e com o currículo de ciências. Este fato indica que os pesquisadores na área veem que, para a superação deste ensino fragmentado, a principal solução seria a revisão curricular e abordagens como a CTSA e a Educação Ambiental.

Os estudos também demonstraram que os pesquisadores das áreas de física, devido sua tradição histórica no ensino de ciências, permanecem aqueles que mais publicaram artigos sobre interdisciplinaridade. Uma questão bastante relevante observada foi o decréscimo dos estudos em interdisciplinaridade que relacionam estudos das áreas de ciências humanas e ciências da natureza. Aparentemente os estudos no período analisado permanecem restritos a uma área do conhecimento, mesmo que seus autores o considerassem como abordagem interdisciplinar.

As análises realizadas buscaram traçar um panorama da produção relacionada ao tema interdisciplinaridade no ensino de ciências nas principais revistas brasileiras da área. Os resultados indicaram questões interessantes, como uma produção diversificada, concentrada na Educação Básica, especialmente no ensino médio e fundamental. Os estudos também demonstraram que os pesquisadores na área estão interessados em discutir o currículo de ciências. Percebemos que as discussões sobre interdisciplinaridade e currículo nos trabalhos, tem relação com a reformulação dos PCNs e com a reforma do ensino médio, visto que essas mudanças questionam o modelo de ensino tradicional, onde as disciplinas estão desvinculadas umas das outras.

É importante ressaltar que os artigos analisados nesta pesquisa podem ser ainda explorados sob outros aspectos como, por exemplo, autoria, referencial bibliográfico, natureza do trabalho, dentre outros. No entanto, neste trabalho a análise centrou-se em levantar quais são as áreas de pesquisa dos artigos, destacando questões quantitativas sobre a frequência das áreas nos 22 trabalhos analisados.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, M.J.P.M.; NARDI, R. Relações entre pesquisa em ensino de ciências e formação de professores: algumas representações. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 335-349, abr./jun. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1517-97022013000200004>>. Acesso em: 31 maio 2016.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; GIL-PEREZ, D.; CARRAS-COSA, J.; MARTÍNEZ-TERRADES, F. A emergência da didática das ciências como campo específico de conhecimento. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, v. 14, n. 1, pp. 155-195, 2001.
- DE LARA, I.C.M.; BORGES, R.M.R. Mapeamento de dissertações e teses sobre interdisciplinaridade produzidas no Brasil no século XXI. **Atas VIII ENPEC**, 2011.
- FAZENDA, I.C.A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. Loyola. São Paulo: Brasil. 1979.
- FAZENDA, I.C.A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Papirus, Campinas, São Paulo: Brasil. 1994.
- FAZENDA, I. C. A. **O que é interdisciplinaridade?** Cortez. São Paulo: Brasil. 2008.
- FAZENDA, I.C.A. **Práticas interdisciplinares na escola**. Cortez. São Paulo: Brasil. 2013.
- FERNÁNDEZ CANO, A.; BUENO SÁNCHEZ, A. Síntesis de estúdios bibliométricos españoles en educación: una dimensión evaluativa. **Revista Española de Documentación Científica**, Madrid, v. 21, n. 3, pp. 269-285, 1998. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3989/redc.1998.v21.i3.356>>. Acesso em: 30 janeiro 2017
- FERREIRA, A.B.H. **Dicionário Aurélio eletrônico: século XXI**. Nova Fronteira. Rio de Janeiro: Brasil. 1999. CD-ROM.
- FOUREZ, G. **Alphabétisation Scientifique et Technique et Îlots de Rationalité**. XVI JIES, Actes. Chamonix, France, 1992.
- FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. EdUNESP. São Paulo: Brasil. 1995.
- FOUREZ, G. Se représenter et mettre en oeuvre l'interdisciplinarité à l'école. **Revue des sciences de l'éducation**, Montréal, Erudit, vol. 24, n. 1, pp. 31-50. 1998.
- FOUREZ, G. Interdisciplinarité et îlots de rationalité, **Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies**, Montréal, vol. 1, n° 3, pp. 341-348. 2001.
- JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Imago. Rio de Janeiro: Brasil. 1976.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. Moderna. São Paulo: Brasil. 2007. 87 p.
- KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 9. ed. Ed. Perspectiva. São Paulo: Brasil. 260 p., 2005.
- LENOIR, Y. Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, I. (org.). **Didática e Interdisciplinaridade**. Papirus. Campinas: Brasil. 192 p., 1998.
- LENOIR, Y. Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontrolável. In: FAZENDA, I. (org.). **Didática e Interdisciplinaridade**. Cortez. São Paulo: Brasil. 192 p., 2005.
- LENOIR, R.F. **Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement**. Éditions du CRP, Unesco. Canadá. 2001.
- MOZENA, E.R.; OSTERMANN, F. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino de ciências da natureza. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 16, n. 2, pp. 185-206. 2014.
- RAZERA, J.C.C.A. Formação de professores em artigos da revista *Ciência & Educação* (1998-2014): uma revisão científica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, n. 3, pp. 561-583. 2016. <https://doi.org/10.1590/1516-731320160030002>
- RIBEIRO, M.P.F. A importância da indexação para a difusão do conhecimento comunicado nas revistas técnico-científicas. **REME: Revista Mineira de Enfermagem**, Belo Horizonte. v. 10, n. 1, p. 6. 2006.

SILVA, R.C.P.; MEGID NETO, J. Formação de professores e educadores para abordagem da educação sexual na escola: o que mostram as pesquisas. **Ciência & Educação**, Bauru,

v. 12, n. 2, pp. 185-197, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132006000200006>>. Acesso em: 30 janeiro de 2017.



ENTORNOS VIRTUALES PARA EL APRENDIZAJE: UNA MIRADA DESDE LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES

VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENTS: A VIEW FROM THE THEORY OF CONCEPTUAL FIELDS

ENTORNOS VIRTUAIS PARA A APRENDIZAGEM: UMA MIRADA DESDE A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

Iralí Araque*, Lissette Montilla**, Ramón Meleán***, Xiomara Arrieta****

Cómo citar este artículo: Araque, I., Montilla, L., Meleán, R., Arrieta, X. (2018). Entornos virtuales para el aprendizaje: una mirada desde la teoría de los campos conceptuales. *Góndola, Enseñ. Aprend. Cienc*, 13(1), 86-100. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.11721>.

Resumen

La inclusión de las tecnologías de la comunicación e información con fines formativos ha dado paso a los entornos virtuales de aprendizaje, los cuales, respaldados por teorías constructivistas, brindan un marco teórico y metodológico, contribuyendo así al desarrollo cognitivo de los estudiantes a nivel universitario, puesto de manifiesto en el desarrollo de sus esquemas de aprendizaje. La teoría de los campos conceptuales ofrece un análisis acerca de los elementos de los esquemas y del proceso de construcción de conocimientos. En este sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo plantear algunos elementos, como la metodología de enseñanza, estrategias didácticas, materiales y recursos para el aprendizaje, roles del profesor y del estudiante, que deben considerarse en el diseño de los entornos virtuales de aprendizaje, a la luz de la teoría de los campos conceptuales, de modo que se potencie la construcción de

Recibido: 09 de marzo de 2017; aprobado: 27 de octubre de 2017

- * Profesora agregada de la Universidad del Zulia. Doctoranda en Ciencias de la Educación, magíster en Planificación Educativa, licenciada en Educación Mención Matemática y Física. Correo electrónico: iralilaraque@hotmail.com
- ** Profesora asociada de la Universidad del Zulia. Investigadora adscrita al Programa de Estímulo a la Investigación e Innovación. Doctoranda en Ciencias de la Educación, magíster en Ciencias del Ambiente, licenciada en Educación, mención Biología y Química. Correo electrónico: lmontillac@hotmail.com
- *** Docente-investigador adscrito al Ministerio de Educación. Doctor en Ciencias de la Educación, magíster en Matemática, mención Docencia, licenciado en Educación, mención Matemática y Física. Correo electrónico: rmeleanr@hotmail.com
- **** Profesora titular de la Universidad del Zulia. Investigadora adscrita al Programa de Estímulo a la Investigación e Innovación. Doctora en Ciencias Humanas, magíster en Matemática aplicada, magíster en Ciencias Aplicadas, área Física, licenciada en Educación, mención Ciencias Matemáticas. Correo electrónico: xarrieta2410@yahoo.com

conocimientos y donde el énfasis del proceso educativo recaiga sobre el aprendizaje más que en la enseñanza. La metodología utilizada es documental, de tipo descriptivo, fundamentada en la revisión y análisis bibliográfico de teorías constructivistas, así como investigaciones referidas al diseño y construcción de entornos virtuales de aprendizaje. Los resultados muestran que la teoría de los campos conceptuales es una excelente opción a considerar, como teoría constructivista, a fin de consolidar el proceso de construcción de conocimientos, desde lo individual hasta lo colectivo.

Palabras clave: tecnologías educativas, aprendizaje, construcción de conocimientos.

Abstract

The inclusion of communication and information technologies for formative purposes has given way to virtual learning environments, which, backed by constructivist theories, provide a theoretical and methodological framework, thus contributing to the cognitive development of students at university level, evidenced in the development of their learning schemes. The theory of conceptual fields offers an analysis of the elements of schemas and the process of knowledge construction. In this sense, the present work had as objective to raise some elements, such as teaching methodology, didactic strategies, materials and resources for learning, teacher and student roles, which should be considered in the design of virtual learning environments, in the light of the theory of conceptual fields, so as to enhance the construction of knowledge and where the emphasis of the educational process lies on learning rather than teaching. The methodology used is a documentary study, type descriptive, based on the review and bibliographical analysis of constructivist theories, as well as researchers related to the design and construction of virtual learning environments. The results show that conceptual fields theory is an excellent option to consider, as a constructivist theory, in order to consolidate the process of knowledge construction, from the individual to the collective.

Keywords: educational technology, learning, knowledge construction.

Resumo

A inclusão de tecnologias da comunicação e da informação com fines formativos tem permitido a criação de entornos virtuais de aprendizagem, os quais, respaldados por teorias construtivistas, oferecem um referente teórico e metodológico, contribuindo assim ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes em nível universitário, presente no desenvolvimento de seus esquemas de aprendizagem. A teoria dos campos conceituais oferece uma análise sobre os elementos dos esquemas e do processo de construção de conhecimento. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo propor alguns elementos, como a metodologia de ensino, estratégias didáticas, materiais e recursos para a aprendizagem, roles do professor e do estudante, que devem ser considerados no planejamento dos entornos virtuais de aprendizagem sob

a luz da teoria dos campos conceituais, a fim de que se favoreça a construção de conhecimento e de que o foco do processo educacional esteja sobre a aprendizagem mais do que sobre o ensino. A metodologia utilizada foi documental, de tipo descritivo, fundamentada na revisão e análise bibliográfico de teorias construtivistas, assim como pesquisas referidas ao planejamento e construção de entornos virtuais de aprendizagem. Os resultados mostram que a teoria dos campos conceituais é uma excelente opção a ser considerada, como teoria construtivista, a fim de consolidar o processo de construção de conhecimento, desde o individual ao coletivo.

Palabras Clave: tecnologías educacionales, aprendizagem, construção de conhecimentos.



Atribucion, no comercial, sin derivados

Introducción

El aprendizaje de las ciencias a nivel universitario ha sido motivo de diversos estudios e investigaciones por parte de organismos y particulares en las diversas modalidades de enseñanza, motivados, por un lado, a los resultados del proceso educativo, los cuales muestran un deterioro de este, distanciándolo de la concepción integral y académica que las universidades exponen dentro de sus respectivas misiones. Resultados como altos niveles de repetición y deserción, bajos promedios académicos y bajos índices de aprobación en las áreas científicas, persiguen día a día al proceso de evaluación de los resultados al final de cada semestre (LUGO, 2013).

Aunado a esto y quizás, como causales de los índices cuantitativos mencionados anteriormente, se tiene el poco o ningún dominio de los procedimientos, conceptos, operaciones y leyes propias de las ciencias, así como la deficiente interpretación del mundo que rodea al estudiante desde el punto de vista científico (CASTILLO, RAMÍREZ, GONZÁLEZ, 2013). Estos aspectos son más inquietantes aún, si el docente observa la escasa comprensión, internalización, generalización, extensión y la posibilidad de la construcción de conocimientos por parte de los estudiantes a nivel individual y colectivo.

Esta situación conduce a fijar la mirada en el proceso de aprendizaje de las asignaturas de las áreas científicas, a fin de establecer los elementos involucrados dentro del mismo, de tal forma que si estos lo limitan, tomar acciones, definir estrategias e implementar herramientas que conlleven a minimizarlos o eliminarlos. Si, por el contrario, estos favorecen el proceso, el propósito será potenciarlos, definiendo modelos que coadyuven a su inclusión e implementación dentro de la labor educativa.

Desde hace algunos años, y como vía de innovar el proceso de aprendizaje dentro de las universidades, se ha considerado incluir las tecnologías de la información y comunicación (TIC) dentro de las diversas modalidades de estudios, a fin de lograr una educación pertinente y consistente

con la era digital que se vive y desarrolla a paso acelerado.

Investigaciones sobre la inclusión e implementación de los entornos virtuales de aprendizaje (EVA), dentro de cualquier modalidad educativa, afirman que estos deben estar respaldados por teorías del aprendizaje, con el propósito de aportar y considerar elementos pedagógicos indispensables en el momento de su diseño, de tal forma que las actividades a desarrollar conlleven a la construcción de conocimientos compartidos y desarrollo cognitivo (NECUZZI, 2013; SILVA, 2011).

Al referirnos al binomio entornos virtuales y teorías del aprendizaje, vemos en él la posibilidad de lograr cambios profundos en el proceso de enseñanza y aprendizaje a nivel superior, dando paso a modelos educativos, en los cuales las tecnologías se ponen al servicio de la educación como herramientas que potencian el aprendizaje colaborativo entre los actores que participan en este proceso.

La adopción de las teorías de aprendizaje sobre la cual serán diseñados los EVA, depende del paradigma adoptado por el investigador y de su percepción de lo que debe ser el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. El presente estudio toma como fundamento teorías constructivistas, en particular la de los campos conceptuales (TCC) de Vergnaud, debido a sus aportes en el análisis del desarrollo cognitivo dentro del aprendizaje de las áreas científicas y técnicas, elementos consistentes con la concepción epistemológica de los investigadores.

Cabe destacar que, a pesar de existir un consenso general con relación a las potencialidades de las TIC para lograr cambios positivos en el proceso de enseñanza y aprendizaje, diversos autores (PALLARES, GUERRERO, 2015; ROMERO, ARAUJO, 2012) afirman que actualmente persisten problemas en su uso en el ámbito educativo. La importancia de este trabajo radica en el hecho de que a través de él se pretende dar respuestas a profesores de tal manera que se haga un uso más efectivo de estas herramientas.

Ante los planteamientos anteriores, y en vía de obtener puntos que faciliten la comprensión de los

principios fundamentales dentro del desarrollo cognitivo, puede plantearse el siguiente interrogante: ¿Qué elementos de la TCC deben ser atendidos al momento de planificar la creación de un EVA a fin de lograr experiencias que permitan a los alumnos la construcción de conocimientos? En este sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo, plantear algunos elementos que deben considerarse en el diseño de los EVA, de acuerdo con lo establecido en la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud. Para el logro de dicho propósito, se proporciona, por un lado, un marco conceptual de la TCC que permita su aplicación en la labor educativa de los docentes de áreas científicas y, por el otro, su integración a los EVA, para así apuntar a favorecer el proceso de aprendizaje, promoviendo la construcción de conocimientos por parte de los estudiantes.

Fundamentación teórica

La presente investigación centra su análisis en la teoría de los campos conceptuales (VERGNAUD, 1990) y en los entornos virtuales de aprendizaje siguiendo los planteamientos de SALINAS (2004) y SILVA (2011).

Teoría de los campos conceptuales

Fue propuesta por VERGNAUD (1990), para fundamentar investigaciones sobre actividades cognitivas complejas, con énfasis en el aprendizaje de la ciencia y la tecnología. Es compatible y complementa los principios expresados en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel. En efecto, la TCC ofrece muchas ideas nuevas sobre el desarrollo cognitivo y presenta diversos puntos convergentes con el aprendizaje significativo, de los cuales destacan: la importancia del conocimiento previo en la adquisición de nuevos conocimientos, la significatividad del aprendizaje y el tiempo de dedicación, la necesidad del análisis conceptual de contenido científico.

Bajo la óptica de la teoría de VERGNAUD, se distingue la progresividad del aprendizaje significativo; de igual manera, se establece una relación directa

entre el proceso de conceptualización y el dominio de un campo conceptual. En este sentido, cuanto más complejas sean las situaciones que el estudiante domine, más conceptualiza. Es oportuno resaltar que, en esa relación, el aprendizaje se va haciendo cada vez más significativo, la estructura cognitiva se torna más elaborada, rica, diferenciada y con mayor capacidad de dar significados a nuevos conocimientos. Esto puede ilustrarse cuando en la asignatura Cálculo, el estudiante va dominando progresivamente el concepto de *integral*, a medida que la utiliza para resolver diversas situaciones, como la determinación del campo eléctrico producido por un anillo cargado en un punto de su eje, la fuerza ejercida por un fluido sobre una de las paredes del recipiente que lo contiene, o para determinar la ecuación de la concentración de un reactivo en función del tiempo.

Por otro lado, la TCC se encuentra apoyada en los principios de la teoría sociocultural de VYGOTSKY (1978), en cuanto a la concepción de la zona de desarrollo próximo y a la importancia que esta atribuye al intercambio de significados en la interacción social y a los significantes en el progresivo dominio de un campo conceptual por los estudiantes. VERGNAUD (1990) asume que el conocimiento se organiza en campos conceptuales, cuya apropiación no es inmediata, sino que ocurre en un largo periodo a través de la experiencia. La idea general se puede resumir a la imposibilidad de abordar el estudio de un concepto de forma aislada. Por ejemplo, cuando intentamos calcular la concentración de una solución, es necesario considerar la intervención de una serie de conceptos relacionados entre sí, tales como soluto, solvente, concentración, masa, volumen, solución, molaridad, densidad, entre otros.

Este autor define un *campo conceptual* como un conjunto variado de problemas, conceptos, relaciones, contenidos, significantes y significados, estrechamente conectados (VERGNAUD, 1998). La teoría supone que el fin último del desarrollo cognitivo es la conceptualización; por tal razón, es preciso atender a los aspectos conceptuales de los esquemas y al análisis de las situaciones para las cuales los estudiantes los desarrollan.

En las disciplinas científicas se pueden destacar algunos campos conceptuales que a menudo los docentes abordan en su labor, como la cinemática, termodinámica, acústica, genética, equilibrio químico, teoría celular, relatividad, teoría atómica, entre otros; todos ellos conformados por un conjunto de situaciones, cuyo abordaje requiere el uso de diversos conceptos, procedimientos y representaciones relacionados entre sí.

Es importante mencionar que la TCC es una teoría psicológica del proceso de contextualización de lo real y no solo un estudio de enseñanza de conceptos elaborados. La piedra angular de la TCC es el concepto de esquema, el cual VERGNAUD concibe como la organización invariante del comportamiento para una clase de situaciones dada. Con la finalidad de lograr una mejor comprensión de este concepto, VERGNAUD (1990) proporciona cuatro aspectos que él llama *ingredientes de los esquemas*:

- **Invariantes operatorios.** Son los conocimientos contenidos en los esquemas y se designan con este término a los conceptos-en-acción y teoremas-en-acción presentes en la estructura cognitiva del individuo. Los teoremas-en-acción son proposiciones consideradas verdaderas y los conceptos-en-acción son categorías de pensamiento consideradas pertinentes. Existe una relación dialéctica entre ellos, porque los teoremas están constituidos por conceptos, y estos últimos solo tienen sentido si forman parte de un teorema.

En aras de esclarecer este concepto, se puede referir una experiencia de los investigadores en el aula, donde se preguntó por qué una moneda, al deslizarse sobre una superficie horizontal, va reduciendo su rapidez hasta detenerse. A este interrogante, uno de los alumnos respondió: "La moneda reduce su velocidad y se detiene porque se le acaba la fuerza". En esa afirmación se pueden identificar algunos teoremas-en-acción: 1) la fuerza no es una acción que se le aplica a los cuerpos, sino que es "algo" que está dentro de ellos; 2) la fuerza se "desgasta" con el movimiento. Algunos conceptos-en-acción pueden ser: fuerza, movimiento, desgaste.

Los conceptos y teoremas-en-acción no son verdaderos conceptos y teoremas científicos a menos que se tornen explícitos. Frecuentemente los estudiantes logran resolver situaciones y a la vez son incapaces de expresar de manera verbal cómo llegaron a resolverla, el carácter implícito de los invariantes operatorios hace que su conocimiento quede atrapado en la acción. En este sentido, el docente debe procurar que el conocimiento se haga explícito mediante la comunicación y discusión del mismo, a través del planteamiento de situaciones problemáticas y, eventualmente, la desestabilización mediante el uso de conflictos cognitivos, de modo que sus invariantes operatorios se aproximen a los teoremas y conceptos aceptados por la comunidad científica.

Los invariantes operatorios permiten al sujeto inferir y seleccionar reglas de acción para resolver una situación problemática dada. Para la enseñanza, son estos aspectos los que interesan investigar, ya que ellos permiten el ajuste necesario para la asimilación, acomodación y equilibración de nuevos conceptos.

- **Metas y anticipaciones.** En el aula de clase, las situaciones deben ser identificadas, debatidas, puestas en evidencia. Se trata de que el estudiante entienda la situación que se le plantea, reconozca datos o condiciones del problema, sean estos implícitos o explícitos, así como metas y submetas. Cabe destacar que el estudiante ejerce un control casi permanente sobre las metas y anticipaciones mientras se lleva a cabo la acción.

Si a un alumno se le pide calcular la aceleración que alcanza un sistema de masas cuando se deslizan sobre planos inclinados, los cuales forman ángulos dados con la horizontal, y con coeficientes de rozamiento conocidos, esa sería la meta. Él debe reconocer, por el contexto de la situación, los tipos de fuerzas involucradas, la naturaleza escalar o vectorial de las magnitudes, sistemas de referencia inerciales, las leyes, ecuaciones y geometría asociada. Las submetas pueden ser: 1) elegir el posible sentido del movimiento; 2) construir diagramas de cuerpo libre; 3) aplicar las leyes de la dinámica a

los cuerpos implicados; 3) resolver las ecuaciones pertinentes.

- **Reglas de acción.** Son reglas condicionales del tipo “si... entonces” que permiten generar acciones específicas para el tratamiento de cada situación; son reglas de búsqueda de información y de control de los resultados. Cuando un estudiante enfrenta una situación comienza la búsqueda de información dentro de sus esquemas, en particular en lo que se ha denominado invariantes operatorios, para luego seleccionar aquellos que, según él, sean los pertinentes en dicho caso, estableciendo así una serie de acciones las cuales lo llevarán a la solución de la situación.

En el ejemplo anterior, una regla de acción sería: Si la ley fundamental de la dinámica expresa que la fuerza neta sobre un cuerpo es igual al producto de su respectiva masa y aceleración, *entonces* se deben encontrar todas las fuerzas que actúan sobre cada cuerpo en la dirección de cada eje cartesiano y despejar la aceleración del sistema de ecuaciones resultante.

- **Posibilidades de inferencias.** Son los razonamientos que contiene un esquema para anticiparse a una situación específica, permitiendo la adaptación de la conducta a sus características particulares. Las inferencias generan las reglas de acción y constantemente se alimentan de nueva información. Estas permiten pasar de una proposición considerada verdadera a otras que también son consideradas como tal. La transitividad de las relaciones de orden es un buen ejemplo, así como los cálculos cuantitativos o cualitativos.

Una inferencia que pudiera surgir de la situación problemática planteada anteriormente, es que el resultado de la aceleración del sistema siempre debe ser menor que la aceleración de gravedad ($9,8 \text{ m/s}^2$).

Dentro de la TCC es importante mencionar, el papel del docente, ya que de él es la responsabilidad de presentar y diseñar aquellas situaciones problemáticas referidas a cualquier campo conceptual que potencien la construcción de conocimiento, implicando esto romper la metodología tradicional de reproducción de leyes y procedimientos en

la resolución de problemas, así como la intención de sustitución de conocimientos *errados* por los *correctos*, dentro del discurso del estudiante, en su explicación del fenómeno, tratando de presentarle situaciones problemáticas novedosas, distintas, relacionadas con su entorno, utilizando diversas herramientas, para así favorecer el proceso de aprendizaje, fundamentado en la construcción de conocimiento.

Entornos virtuales de aprendizaje

Se entienden como espacios que propician la construcción de conocimiento, desde el ámbito individual al colectivo, a través de la interacción y colaboración entre los actores involucrados, con el uso de herramientas innovadoras que medien o permitan el acceso a recursos y herramientas no tradicionales dentro del proceso. Por tanto, los EVA se conciben como ambientes de enseñanza y aprendizaje mediados por las TIC, que permiten extender el aprendizaje individual a un aprendizaje colaborativo para la construcción de conocimientos (GROS, SILVA, BARBERÀ 2006).

Los entornos virtuales de aprendizaje, como lo plantea SILVA (2011), tienen fuertes connotaciones, puesto que se utilizan para enfatizar la importancia del medio y el contexto de aprendizaje, donde la colaboración y construcción conjunta de conocimiento se ven potenciadas. Así, el principal aporte pedagógico de los EVA, dentro del enfoque constructivista, refiere a poner a disposición de quien enseña, una serie de herramientas y recursos los cuales sitúen al estudiante como centro de todo el proceso educativo; de esta forma, como lo plantean SANGRONIS, VALERA (2003) lo más importante es proporcionar las herramientas necesarias y suficientes en la mediación del aprendizaje.

Desde la perspectiva constructivista, se requiere en el diseño e implementación de los EVA, un cambio en los modelos educativos tradicionales a unos más novedosos y flexibles que favorezcan el aprendizaje significativo. Lo anterior supone cambios en la concepción del rol del estudiante y del profesor,

así como cambios en los métodos de enseñanza. Esto implica cambios metodológicos en los entornos virtuales de aprendizaje, en vía de la obtención del desarrollo cognitivo de los estudiantes, cimentado en la construcción de conocimientos.

Entre otros cambios generados con la implementación de las TIC, dentro de los procesos de formación, se encuentran los relacionados con el marco institucional (SALINAS, 2004). En este sentido, la exigencia a las instituciones universitarias apunta a la flexibilización de sus procedimientos y estructura administrativa, a fin de adaptarse a nuevas modalidades de formación en respuesta a las necesidades de la sociedad actual.

Es así, como se comienza a pensar en la inclusión de las tecnologías de información y comunicación en modalidades presenciales, teniendo como idea central aprovechar los beneficios y virtudes que estas ofrecen dentro de la labor educativa, como el acceso a información, la diversificación de las herramientas y recursos dentro del proceso de enseñanza/aprendizaje, la flexibilidad en cuanto al tiempo y espacio, profundización de la interacción entre los actores involucrados, entre otras. Todo esto en el marco de los cambios necesarios del aula convencional. Esta concepción de enseñanza/aprendizaje mediada por las TIC, supone nuevos entornos de aprendizaje, y exige nuevos enfoques para su desarrollo e implementación.

Por lo antes dicho, la formación mediada por las TIC requiere reflexionar sobre entornos, los cuales impacten en las concepciones del proceso de enseñanza/aprendizaje, garantizando que este último se adapte y dé respuesta a las necesidades que día tras día se presentan en una sociedad inmersa en la era digital, y donde la gestión de entornos virtuales cobra importancia para el desarrollo óptimo de las instituciones dentro de modalidades a distancia o con el apoyo de las tecnologías.

SALINAS (2004) concibe la gestión de los entornos virtuales, desde una perspectiva pedagógica, como un proceso de innovación educativa, basado en la creación de las condiciones para que las organizaciones y los individuos desarrollen la

capacidad de aprender y adaptarse, para así satisfacer las necesidades de transformación de las prácticas educativas y lograr los objetivos de manera más adecuada. Para el autor, la gestión de los EVA implica una serie de decisiones en torno al diseño de la enseñanza –desde el punto de vista del docente y del propio estudiante–, referidas al contexto y marco institucional, relacionadas con las tecnologías en sí mismas, selección de sistemas y las herramientas más adecuadas en el proceso de aprendizaje y comunicación.

En el presente artículo, se hará hincapié en las decisiones en torno al diseño de la enseñanza y las herramientas más adecuadas para el aprendizaje e interacción entre profesor/estudiante y estudiante/estudiante, desde una visión constructivista del aprendizaje, estableciendo algunos elementos a ser considerados en el diseño de los EVA y su alcance en el desarrollo de esquemas, a partir de los supuestos de VERGNAUD en la teoría de los campos conceptuales.

Metodología

La metodología utilizada en la presente investigación es documental de tipo descriptivo (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, BAPTISTA, 2010), por cuanto se procura, mediante la búsqueda, interpretación y análisis de diversas fuentes o investigaciones, determinar y describir aspectos concernientes a la TCC y de los EVA, identificando los elementos teóricos, así como su potencial en el aula de clases, tanto de la teoría como de estos espacios mediados por las tecnologías de la información y la comunicación, para luego plantear elementos que deben considerarse en el diseño de los entornos virtuales, según los lineamientos establecidos en los campos conceptuales.

La selección de las investigaciones revisadas se fundamentó en sus hallazgos y conclusiones, en torno al tema en estudio; de allí se tomaron elementos que sirvieron de partida para una reflexión entre los aportes teóricos de los EVA, vistos desde la perspectiva de la TCC. Dentro de las

investigaciones consideradas para este estudio se encuentran las realizadas por GROS, SILVA, BARBERÀ (2006); SILVA (2011); SALINAS (2004), y VERGNAUD (1990).

Entornos virtuales de aprendizaje y teoría de campos conceptuales

En este apartado, se pretende realizar una mirada a los entornos virtuales de aprendizaje desde la perspectiva de la teoría de los campos conceptuales, a partir de sus premisas o supuestos fundamentales, para lo cual el análisis se enfocó en los elementos que direccionan las decisiones en cuanto al proceso de enseñanza o contexto pedagógico considerado al momento de diseñar un EVA, cimentado en la concepción sobre el proceso de aprendizaje asumido por quien diseña, y del impacto que el mismo pueda tener en este.

Como se ha planteado anteriormente, uno de los principales aportes de los EVA, desde una visión constructivista, es disponer de diversas herramientas y recursos donde el estudiante asume un rol más activo y crítico, y pase a ser el centro del proceso educativo, y el docente enfoque el objetivo del diseño de dichos entornos en el aprendizaje. En este sentido, es necesario reflexionar sobre qué elementos deben ser considerados en el diseño de los EVA, enmarcado en la gestión de estos, los cuales aporten a la labor educativa un contexto que promueva la participación, interacción, debate, construcción individual y social de conocimientos, apuntando de esta manera al desarrollo de esquemas de aprendizaje dentro de las disciplinas científicas.

Desde este punto de vista, se presenta a continuación una revisión de los elementos planteados por SALINAS (2004), sobre los cuales debe ser fundamentado el diseño del proceso de enseñanza dentro de los EVA y su connotación sobre el aprendizaje, bajo la óptica de la teoría de los campos conceptuales.

Metodología de enseñanza. La labor educativa está fundamentada en la concepción que tiene el docente sobre cómo se aprende; qué debe enseñarse; cómo debe ser la enseñanza; para qué enseñar

y cómo evaluar dicho proceso (GARCÍA, 2000). Las respuestas a estos aspectos definen el modelo el cual asume cada profesor, enmarcado dentro de elementos curriculares, tecnológicos, institucionales, culturales, éticos, entre otros. Los modelos educativos, dentro de los cuales se desarrolla la acción e intervención del docente, están delimitados por teorías de enseñanza aprendizaje, las cuales describen los métodos de enseñanzas, así como su influencia sobre el aprendizaje.

Según SILVA (2011), el diseño de un EVA debe ser respaldado por teorías de enseñanza y aprendizaje, a fin de otorgarle el componente pedagógico necesario para potenciar el proceso. En este aspecto y a partir de las virtudes que ofertan las tecnologías al proceso de formación, en el presente análisis se sigue una postura constructivista para el aprendizaje, siendo la TCC considerada como referente en el diseño de los entornos virtuales, debido a que esta ofrece un marco teórico y metodológico en la explicación de lo que sucede en la estructura cognitiva del estudiante mientras aprende, y de cuáles son los ingredientes a considerar en el proceso. Derivado de esta explicación, se desprenden las acciones y métodos a seguir por los docentes referentes a estrategias, herramientas y recursos más adecuados para lograr el desarrollo de los esquemas de los estudiantes a través de la construcción de conocimientos.

Estrategias didácticas. Entre los cambios incorporados por las TIC en los procesos de formación, se encuentran las estrategias didácticas utilizadas en el logro de los objetivos de aprendizaje. Con la aparición de las TIC, se incluyen diversas estrategias que conjugan métodos, técnicas y medios a disposición del docente, el cual tiene la responsabilidad de diseñar e implementar en pro del aprendizaje.

La propuesta de la TCC se basa en centrar dicho proceso en el planteamiento de situaciones problemáticas novedosas, diseñadas dentro de la zona de desarrollo próximo del estudiante y partiendo de sus concepciones previas. Por otro lado, dichas situaciones deben ser diferenciadas y diversas, y, además, apuntar al desarrollo del repertorio de esquemas de los estudiantes.

Un punto determinante considerado en la TCC; es la necesidad de que el estudiante exprese con argumentos sus concepciones en relación a una situación planteada, fundamentados en la premisa de que el conocimiento científico debe ser formal y explícito. Atendiendo a esto, las estrategias didácticas deben fomentar la discusión alumno/alumno y docente/alumno, para así identificar los invariantes operatorios sobre los cuales se apoyan y, de ser necesario, plantear situaciones problemáticas alternativas que los desestabilicen cognitivamente y les permitan repensar, reacomodar y aproximar sus concepciones a los conceptos, leyes y teorías aceptados por la comunidad científica.

Materiales y recursos para el aprendizaje. Uno de los aspectos de interés dentro del proceso de enseñanza es, precisamente, las características de los materiales donde se presentan los contenidos, así como los medios a través de los cuales son percibidos por los estudiantes. La metodología tradicional se caracteriza por el uso de materiales impresos (guías, libros, revistas, imágenes, entre otros) a los cuales el estudiante se encuentra habituado, considerándolos en muchas ocasiones, como los únicos a disposición de su aprendizaje.

La TCC apunta al aprendizaje a través del planteamiento y resolución de situaciones problemáticas; lejos de ser estas presentadas de manera tradicional, la exigencia a los docentes es la innovación en su diseño; deben ser formuladas de manera creativa, retadora, motivadora, contextualizadas con el entorno que rodea al estudiante, y además, deben romper con la tradición del problema *clásico* o *tipo*, que requieran del estudiante la intuición, la reflexión, el pensamiento crítico, la discusión y debate con pares o docentes y no una conducta automatizada para su resolución (como siguiendo un patrón o receta válido para cada tipo de problemas).

En este sentido, vale la pena destacar la diversidad de los recursos disponibles en los EVA; entre ellos, materiales que pueden favorecer la presentación de los contenidos de una forma diferente, llamativa, no lineal y motivadora, lo cual facilita la integración de texto con imágenes, video, audio,

animaciones y elementos de *software*, y ofrece una gama de acciones más creativas para los docentes, aunado con la innovación en la manera de su descripción o planteamiento, elementos que al conjugarlos pueden impactar en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

A continuación, se establecen algunas acciones requeridas para el proceso de enseñanza/aprendizaje, para el logro del desarrollo de los esquemas de los estudiantes según la visión de la TCC y las exigencias de esta a las herramientas y recursos digitales dentro de los EVA, con el objetivo de favorecer y potenciar el desarrollo cognitivo de los aprendices.

1. La teoría de los campos conceptuales destaca la importancia del intercambio de significados y significantes en la interacción social en el dominio progresivo de un campo conceptual (VERGNAUD, 1998); además, le otorga relevancia a las experiencias del aprendiz con su entorno sociocultural dentro del cual se relaciona con sus pares u otras personas, y abre la posibilidad de adquirir conocimientos que se adicionan a sus esquemas de aprendizaje.

En este sentido, para que los EVA puedan potenciar sus efectos socializadores, se requiere que estos incluyan actividades que promuevan la discusión y el debate entre los participantes; los foros de discusión son una estrategia cónsona con este requerimiento, ya que de manera asincrónica los participantes pueden expresar sus ideas, debatir o apoyar las de sus compañeros y hasta disentir de ellas, compartir experiencias, entre otras; así, desarrollan un sentido crítico y se enriquece el proceso de construcción conjunta. Aunado a esto, puede afirmarse que a través de los foros –al requerir en estos de la asimilación individual de saberes para luego socializarlos de manera asincrónica–, se da la construcción de conocimientos científicos (ZARTEA, 2008).

Por otro lado, aquellos que diseñan los EVA tienen la responsabilidad de incluir, dentro de las actividades a realizar por los estudiantes, problemas o situaciones de carácter cualitativo, ya que con estas los alumnos se ven obligados a elaborar su respuesta o posible solución, mediante el lenguaje

y simbolización; así, se apunta al desarrollo de estos últimos en la adquisición, cada vez más, de habilidades y destrezas comunicativas, elemento considerado por VERGNAUD crítico en el dominio progresivo de un campo conceptual.

Debe darse importancia al aprendizaje colaborativo, en el cual la interdependencia entre sus miembros es fundamental, donde cada miembro es responsable tanto de su propio aprendizaje como el de sus compañeros; por tal motivo, se recomienda la discusión y solución de casos en equipos, en los que se debe enfatizar en que los participantes expliciten sus invariantes operatorios, construyan conocimientos científicos en un ambiente cooperativo, siempre bajo la mediación del docente.

Otra de las estrategias donde se fortalecen los efectos socializadores de los EVA –y en los cuales la colaboración y la construcción conjunta se ven potenciadas–, la constituyen los chats de discusión, forma de interacción síncrona entre los participantes y a través de los cuales puede fomentarse la intervención de estudiantes y profesores, donde el cambio de roles y cooperación entre los alumnos les permiten a desarrollar su sentido crítico, y asumir un rol protagónico en el proceso de enseñanza y aprendizaje (SILVA, 2011).

La dimensión social es considerada fundamental en la TCC; esta encuentra en los espacios virtuales una excelente oportunidad para considerar actividades, ya sea de manera síncrona o asíncrona, las cuales promuevan y profundicen la interacción docente/estudiantes y estudiantes/estudiantes.

2. En los planteamientos anteriores se ha señalado que las situaciones dan sentido a los conceptos; sin embargo, el sentido no está en las situaciones mismas, sino en la relación del sujeto con estas y con los significantes, es decir, con los esquemas (VERGNAUD, 1990).

VERGNAUD designa con el término *invariantes operatorios* al conocimiento contenido en los esquemas, los cuales contienen una parte explícita, que puede observarse en el discurso de los aprendices durante la construcción de conocimientos, donde son claramente identificables sus metas y

anticipaciones, reglas de acción e inferencias. Sin embargo, muchos de estos invariantes son implícitos y, como el conocimiento científico debe ser explicitado, se sugiere incluir en los EVA actividades que reúnan las diversas estrategias virtuales, como: foros de discusión, chat, charlas, discusiones tipo blog, entre otros, de tal forma que el estudiante se vea en la necesidad de explicitar sus invariantes operatorios a través del diálogo, debate y discusión entre pares y, aun, con el docente.

La identificación de los invariantes operatorios en la construcción de conocimientos resulta indispensable, ya que de estos derivan la producción de inferencias y la selección de reglas de acción para dominar la situación.

3. Tomando en consideración los ingredientes de los esquemas, aquel que nos indica el objetivo del proceso cognitivo o conceptualización, es precisamente el de las posibilidades de inferencia. En estas, afirma VERGNAUD (1998), convergen las relaciones entre los tres ingredientes iniciales: invariantes operatorios, metas y anticipaciones, y reglas de acción. En este sentido, las posibilidades de inferencia permiten evaluar las relaciones entre los ingredientes de los esquemas durante la actividad frente a la situación (VERGNAUD, 1990).

En virtud de lo anterior, las actividades propuestas en los EVA deben exigir del estudiante plantear sus propias conclusiones o consideraciones finales respecto al tema o fenómeno tratado. Como se ha dicho, los foros de discusión, chat, charlas o debates son estrategias que favorecen el intercambio de ideas o interacción entre los participantes. El docente tutor o facilitador, incluso los alumnos, deben considerar como finalización de la discusión del tema, fenómeno, situación problemática u otra actividad, el planteamiento de conclusiones individuales, así como grupales, observando el discurso utilizado por ellos.

Igualmente, se plantea el reto a los aprendices de diseñar sus propias situaciones problemáticas y socializarlas con los compañeros, así podrá evaluarse la operatividad del contenido disciplinar en sus esquemas, así como la capacidad de extender,

contextualizar, generalizar los mismos a otras situaciones más complejas.

Rol del profesor. Los cambios que se producen en la sociedad inciden en la demanda de una redefinición del quehacer educativo, en particular el referido a la labor docente. En general, el rol del profesor se mantiene como el de un simple transmisor de información, quien enseña contenidos pertenecientes a un currículo caracterizado por contenidos académicos.

En la era actual, con el desarrollo de las tecnologías, la cantidad y acceso a la información es diversificada y rica, de igual forma se ofrecen múltiples recursos y herramientas que, puestas a la disposición de la educación, potencian el proceso de enseñanza/aprendizaje, y el docente de hoy no se puede abstraer de esta realidad. Bajo esta perspectiva, el papel del profesor debe cambiar desde una concepción puramente distribuidora de información y conocimiento hacia una persona capaz de crear ambientes de aprendizaje; diseñar actividades apropiadas de manera que el estudiante tome el papel de protagonista de su aprendizaje, y construir conocimiento, siempre como mediador durante el proceso.

Aun cuando la intención es situar al estudiante como centro del proceso de enseñanza/aprendizaje, el papel del docente como mediador o facilitador es esencial. Según VERGNAUD (1998), los profesores son los responsables de facilitar y ayudar a los estudiantes a desarrollar su repertorio de esquemas y representaciones; para lo cual deberán suministrar situaciones de aprendizaje productivas, y conducir al aprendiz a la ampliación y diversificación de sus esquemas de acción. De esta forma, a medida que el estudiante desarrolle sus esquemas, este se torna más capaz de enfrentar situaciones más complejas.

VERGNAUD (1990) afirma que la tarea fundamental de los profesores de las áreas científicas es proveer oportunidades a los estudiantes para potenciar sus esquemas en la zona de desarrollo próximo. Dichas oportunidades se materializan en la presentación de situaciones problemáticas novedosas en

las cuales el aprendiz debe contextualizarlas a su entorno; poner en juego y disponer de los conocimientos contentivos en sus esquemas; seleccionar caminos y procesos para la obtención de las posibles soluciones, con lo cual se definen las reglas de acción pertinentes para cada una de ellas.

Por la razón anterior se requiere, al momento de diseñar las situaciones problemáticas, considerar que estas deben estar dentro de la zona de desarrollo próximo del aprendiz, de tal manera que no sean tan fáciles, abordándolas de manera automatizada y sin tiempo de reflexión, o tan difíciles que el estudiante pierda el interés y abandone su camino en busca de la solución.

La TCC considera que las situaciones son las que dan sentido a los conceptos, entendiéndolas como una tarea compleja o combinación de tareas de las cuales es importante conocer la naturaleza y la dificultad propia (ANDRÉS, PESA, MOREIRA, 2006). Cada situación pone en escena algunas propiedades de los conceptos, dándoles sentido a estos. VERGNAUD (1990) afirma que los esquemas se refieren necesariamente a situaciones y distingue dos clases:

- Situaciones conocidas: aquellas donde el sujeto dispone de competencias necesarias para resolverla de manera inmediata; su conducta es automática con un único esquema.
- Situaciones novedosas: aquellas donde el sujeto no tiene todas las competencias necesarias para resolverla; requiere procesos de reflexión e interacción con otros. Aquí intervienen simultáneamente varios esquemas y lleva a la construcción de conocimientos.

Es en este punto donde los entornos virtuales de aprendizaje desempeñan un papel de suma importancia, debido a que estos constituyen una herramienta con la posibilidad del uso de estrategias novedosas, y donde el docente y estudiantes pueden poner en acción sus aptitudes creativas. La presentación de actividades y situaciones problemáticas deben romper el esquema de los problemas

o ejercicios *tipos*, donde los estudiantes actúan en muchas ocasiones de manera automatizada, con lo cual limitan la posibilidad de generar nuevos invariantes operatorios y reglas de acción.

En las disciplinas científicas, y donde se requiere la realización de prácticas dentro de laboratorios, las mismas se encuentran previamente diseñadas y planificadas, aplicándose de semestre en semestre, con pocos o ningún cambio significativo en cuanto a los fenómenos estudiados, actividades antes, durante y posterior al laboratorio, entre otras. La situación descrita anteriormente representa un reto y una oportunidad para los docentes a fin de diseñar o considerar laboratorios virtuales, viendo de esta manera a los EVA como espacios de innovación y actualización dentro de la labor educativa.

Por tanto, cobran fuerza estrategias como las simulaciones, las cuales permiten presentar fenómenos o procesos que dentro del laboratorio tradicional o clase presencial son difíciles o imposibles de visualizar, como los efectos al variar el valor de la gravedad o experimentar cambiando algún modelo teórico aceptado y evaluar sus posibles consecuencias (ANTUENO, 2010). Con las simulaciones, los estudiantes podrán observar completamente un fenómeno, teniendo una conciencia y claridad en los procesos, entrelazando los aspectos teóricos con los prácticos. Por otro lado, en ellas pueden eliminarse algunas variables, simplificando el modelo y facilitando la comprensión cuando el fenómeno es muy complejo.

De igual manera que las simulaciones representan una estrategia valiosa en la enseñanza de las ciencias, los videos se consideran elementos facilitadores en la presentación de casos o fenómenos, sean estos elaborados por terceros o por los mismos estudiantes y docentes, con la finalidad de mostrar sus experiencias prácticas en el estudio de la disciplina.

En la perspectiva de la teoría de los campos conceptuales, VERGNAUD afirma que la variedad de situaciones dan también sentido al concepto, por tal razón no es suficiente el diseño y proposición de algunas situaciones problemáticas novedosas, sino

que, además, debe proponerse una gran variedad de situaciones a fin de activar los ingredientes de los esquemas; la tarea del docente será, entonces, diseñar un amplio repertorio de estas para cada fenómeno, y actualizarlas en cada proceso de enseñanza dentro de los EVA.

Rol del estudiante. En la visión constructivista de los EVA, la concepción del estudiante es la de constructor de su aprendizaje, en el cual participa de forma activa. Para lograr esto, debe ponerse a disposición y al alcance del aprendiz, una serie de estrategias, materiales y herramientas que faciliten y promuevan la construcción de conocimientos. En este sentido, la presencia de las TIC quedan justificadas en tanto pongan a disposición del aprendizaje los medios necesarios y pertinentes para lograr un marco donde el estudiante pase a ser el centro dentro de la labor educativa.

La participación activa del alumno involucra que se haga responsable de su propio aprendizaje, y esto comprende: escuchar atentamente al profesor y a sus compañeros, preguntar para comprender y clarificar el tema en cuestión; plantear; debatir; cuestionar y defender ideas; proponer hipótesis basándose en su estructura cognitiva; entre otros. En ese sentido, herramientas basadas en las TIC, como videoconferencias, chats, foros o correos electrónicos, que constituyen una vía para la comunicación interpersonal, el intercambio de ideas y materiales educativos, cumplen un papel fundamental porque facilitan la creación de comunidades de aprendizaje donde se favorece la modificación del conocimiento previo mediante la negociación social y, en consecuencia, la construcción de conocimiento.

Consideraciones finales

El desarrollo cognitivo requiere un análisis profundo de los ingredientes fundamentales de los esquemas de aprendizaje de los estudiantes; se deben diferenciar entre sí a fin de direccionar todas las estrategias y herramientas educativas hacia la obtención de un aprendizaje significativo y crítico.

Los entornos virtuales de aprendizaje, como herramientas que fundamentan la modalidad de enseñanza virtual o complemento de la presencial, representan una posibilidad para potenciar la labor educativa, poniendo a su disposición una diversidad de estrategias diferenciadas e innovadoras aplicables a cualquier proceso de enseñanza, independientemente del modelo o paradigma epistémico del educador.

Estas herramientas, puestas al servicio de la enseñanza de las ciencias, demandan estrategias que proporcionen los elementos indispensables para potenciar, dentro de los entornos virtuales de aprendizaje, los efectos socializadores, la construcción de conocimientos compartidos, el pensamiento crítico, el aprendizaje colaborativo y cooperativo; de esta manera se apunta hacia el desarrollo de los esquemas de aprendizaje de las ciencias, este último de real significado para los estudiantes.

En una visión constructivista de los entornos virtuales de aprendizaje, su objetivo debe trascender de la simple transmisión de información a la construcción de conocimientos científicos, a partir de los invariantes operatorios del estudiante, apoyados en una serie de recursos y materiales potencialmente significativos, y en las interacciones sociales.

Con los entornos virtuales de aprendizaje se abre la posibilidad para todos los docentes de las disciplinas científicas y un camino para la superación de sus prácticas educativas, donde el propósito sea lograr un aprendizaje significativo, crítico y constructor, cónsono con los requerimientos de la sociedad actual.

Referencias bibliográficas

- ANDRES, M.; PESA, M.; MOREIRA, M. El trabajo de laboratorio en cursos de física desde la teoría de campos conceptuales. **Ciência & Educação**, Bauru, 12(2), pp. 129-142. 2006. Disponible en: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/107073>> Visitado el 18 de junio de 2017.
- ANTUENO, E. Simulaciones para la enseñanza de la física en la universidad. Universidad Tecnológica Nacional, Regional Buenos Aires, Argentina. 2010. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18474/Documento_completo.pdf?sequence=1> Visitado el 12 de enero de 2017.
- CASTILLO, A.; RAMÍREZ, M.; GONZÁLEZ, M. El aprendizaje significativo de la química: condiciones para lograrlo. **Revista Omnia**, Maracaibo: Venezuela, 19(2), pp. 11-24. 2013.
- GARCÍA, F. Los modelos didácticos como instrumentos de análisis y de intervención en la realidad educativa. **Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales**, Barcelona, 5(207). 2000. Disponible en: <<http://www.ub.edu/geocrit/b3w-207.htm>> Visitado el 14 de junio de 2017.
- GROS, B.; SILVA, J.; BARBERÀ, E. Metodologías para el análisis de espacios virtuales colaborativos. **RED. Revista de Educación a Distancia**, Murcia, 16. 2006. Disponible en: <<http://www.um.es/ead/red/16>> Visitado el 20 de diciembre de 2016.
- HERNÁNDEZ, R.; FERNANDEZ, C.; BAPTISTA, P. **Metodología de la investigación**. Editorial McGraw Hill. Quinta Edición: México. 2010.
- LUGO, B. La deserción estudiantil: ¿Realmente es un problema social? **ARJÉ Revista de Postgrado FACE-UC**, Naguanagua: Venezuela, 7(12), pp. 289-309. 2013.
- NECUZZI, C. **Programa TIC y Educación Básica. Estado del arte sobre el desarrollo cognitivo involucrado en los procesos de aprendizaje y enseñanza con integración de las TIC**. UNICEF. Buenos Aires: Argentina, 2013. Disponible en: <https://www.unicef.org/argentina/spanish/Estado_arte_desarrollo_cognitivo.pdf> Visitado el 29 de enero de 2017.
- PALLARES, F.; GUERRERO, J. Problemáticas (contextos) a las que se enfrenta el docente para implementar las TIC en su práctica docente. **Alternativas en Psicología. Revista de la Universidad Nacional Autónoma de México**, México, XVIII (31), pp. 156-166. 2015.

- ROMERO, S.; ARAUJO, D. Uso de las TIC en el proceso enseñanza aprendizaje. Universidad de la Guajira Colombiana. **Telematique, Revista Electrónica de Estudios Telemáticos de la Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín**, Maracaibo: Venezuela, 11(1), pp. 69-83. 2012.
- SALINAS, J. **La gestión de los entornos virtuales de formación**. Seminario Internacional: La calidad de la formación en red en el Espacio Europeo de Educación superior. Universidad de las Islas Baleares. Grupo de Tecnología Educativa. 2004. Disponible en: <gte.uib.es/pape/gte/sites/gte.uib.es/pape/gte/files/gestioEVEA_0.pdf> Visitado el 21 de enero de 2017.
- SANGRONIS, A.; VALERA, A. Efectividad del aprendizaje cooperativo para el desarrollo de la producción oral de vocabulario en inglés como lengua extranjera. Trabajo Licenciatura no publicado, UNEFM, Santa Ana de Coro. 2003.
- SILVA, R. **La enseñanza de la física mediante un aprendizaje significativo y cooperativo en blended learning**. Programa Internacional de Doctorado Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos. Fundación Dialnet. Burgos: España, 2011, p. 413. Disponible en:<<http://dspace.ubu.es:8080/tesis/handle/10259/167>> Visitado el 20 de enero de 2017.
- VERGNAUD, G. La teoría de los campos conceptuales. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, París: Francia, 10(2,3), pp. 133-170. 1990.
- VERGNAUD, G. A comprehensive theory of representation for mathematics education. **Journal of Mathematical Behavior**, ELSEVIER, [Amsterdam: Países Bajos](http://www.elsevier.com/locate/Amsterdam). 17(2), pp.167-181. 1998.
- VYGOTSKY, L. S. Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge: Harvard University Press.1978.
- ZAÑARTU, L. **Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de diálogo interpersonal y en red**. 2008. Disponible en: <<http://educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=139860> | 12 de enero de 2017.



DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO Y PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO DE LA QUÍMICA, DE PROFESORES EN FORMACIÓN A TRAVÉS DE LA REFLEXIÓN DE LOS PAP-ERS Y VIDEOS

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL AND PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE OF THE CHEMISTRY BY TEACHERS IN TRAINING THROUGH THE REFLECTION OF PaP-eRs AND VIDEOS

DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO DA QUÍMICA, DE PROFESSORES EM FORMAÇÃO ATRAVÉS DA REFLEXÃO DOS PaP-eRs E VÍDEOS

Boris Fernando Candela*

Cómo citar este artículo: Candela, B. F. (2018). Desarrollo del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido de la química, de profesores en formación a través de la reflexión de los PaP-eRs y videos. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 13(1), 101-119. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.12177>.

Resumen

En este artículo se describió cómo los profesores en formación identificaron y desarrollaron algunos elementos del *conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido* de la química (CTPC), a lo largo del curso de contexto educativo y pedagógico por “orientación reflexiva”. La perspectiva metodológica fue cualitativa por estudio de casos, la cual estuvo configurada por dos ámbitos de reflexión entretajidos, a saber: a) reflexión sobre las opiniones de los expertos acerca de la enseñanza de un contenido, a través de las lecturas propuestas en los programas de formación, y b) reflexión acerca de la enseñanza, llevada a cabo por profesores experimentados por medio de videos de caso y *repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas* (PaP-eRs). Esta heurística redujo la complejidad de la enseñanza en una historia manejable situada en un contexto específico, para que los profesores pudieran identificar y reflexionar sobre sus teorías acerca de la enseñanza y aprendizaje de la química. El estudio evidenció que los profesores en formación identificaron y desarrollaron los siguientes elementos del CTPC de la química: la pedagogía general, el lenguaje como una herramienta de

Recibido: 09 de junio de 2017; aprobado: 27 de octubre de 2017

* Profesor de la Universidad del Valle. Licenciado en Biología y Química de la Universidad Santiago de Cali, magíster en Educación con Énfasis en la Enseñanza de las Ciencias. Perteneció al grupo de investigación interinstitucional Ciencias, Acciones y Creencias UPN-UV. Correo electrónico bofeca65@gmail.com

aprendizaje, las dificultades y concepciones alternativas, el conocimiento de la tecnología como un instrumento para representar los contenidos y gestionar el aula de química, y la evaluación formativa. Definitivamente, la reflexión de los eventos críticos de los PaP-eRs y videos de caso fue considerada una heurística apropiada que les permitió a los futuros profesores articular el conocimiento proveniente de la literatura en educación en química, con las experiencias virtuales de enseñanza/aprendizaje procedentes de un contexto real. Desde luego, dicha reflexión estuvo mediada por la lectura y discusión de las acciones inteligentes de un docente ejemplar cuando orienta a unos estudiantes singulares desde una perspectiva sociocultural, con el propósito de comenzar a refinar sus teorías de la enseñanza y aprendizaje de la química.

Palabras clave: profesores en formación, reflexión, repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas, videos de casos.

Abstract

This article described how trainee teachers identified and developed some elements of the Technological and Pedagogical Knowledge of Chemistry Content (CTPC), along the course of educational and pedagogical context by "reflective orientation". The methodological perspective was qualitative by case study, which was configured by two interwoven areas of reflection, namely: (a) reflecting on the opinions of experts about the teaching of a content, through the readings proposed in the training programs; and (b) reflecting on the teaching carried out by experienced teachers through case videos and the Repertoire of Professional and Pedagogical Experiences (PaP-eRs). This heuristic reduced the complexity of teaching in a manageable story located in a specific context, so that teachers could identify and reflect on their theories about the teaching and learning of chemistry. This study showed that teachers in training identified and developed the following elements of the CTPC of chemistry: general pedagogy, language as a learning tool, difficulties and alternative conceptions, knowledge of technology as an instrument to represent the contents and manage the chemistry classroom, and the formative evaluation. Definitely, the reflection of the critical events of the PaP-eRs and videos of cases was considered an appropriate heuristic that allowed the future teachers to articulate the knowledge coming from the literature in education in chemistry, with the virtual experiences of teaching-learning of a real context. Of course, this reflection was mediated

by reading, discussing and reflecting on the intelligent actions of an exemplary teacher when guiding singular students from a sociocultural perspective, with the purpose of beginning to refine their theories of teaching and learning chemistry.

Keywords: teachers in training, reflection, repertoire of professional and pedagogical experiences, videos.

Resumo

Neste artigo descrevemos como os professores estagiários identificaram e desenvolveram alguns elementos do conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo da química (CTPC), ao longo do contexto educacional e pedagógico por "orientação reflexiva". A perspectiva metodológica foi qualitativa por estudo de caso, configurado por duas áreas interligadas de reflexão, a saber: a) reflexão sobre as opiniões de especialistas sobre o ensino de um conteúdo, através das leituras propostas nos programas de formação e, b) reflexão sobre o ensino, realizada por professores experientes através de vídeos de *casos e repertório de experiências profissionais e pedagógicas* (PaP-eRs). Esta heurística reduziu a complexidade do ensino em uma história gerenciável localizada em um contexto específico, de modo que os professores pudessem identificar e refletir sobre suas teorias em ensino e a aprendizagem da química. O estudo mostrou que os professores em treinamento identificaram e desenvolveram os seguintes elementos do CTPC da química: pedagogia geral, linguagem como ferramenta de aprendizagem, dificuldades e concepções alternativas, conhecimento da tecnologia como instrumento para representar os conteúdos e gerenciar a sala de aula de química e a avaliação formativa. Definitivamente, a reflexão dos eventos críticos dos PaP-eRs e vídeos de caso, foi considerado uma heurística apropriada que permitiu aos futuros professores articular o conhecimento proveniente da literatura em educação em química com as experiências virtuais de ensino/aprendizagem provenientes de de um contexto real. É claro que essa reflexão esteve mediada pela leitura e discussão das ações inteligentes de um professor exemplar ao orientar alguns estudantes desde uma perspectiva sociocultural, com o objetivo de começar a refinar suas teorias de ensino e aprendizagem da química.

Palavras chaves: professores em formação, reflexão, repertório de experiências profissionais e pedagógicas, vídeos de casos.



Atribucion, no comercial, sin derivados

Introducción

El campo de la educación en ciencias ha llegado al acuerdo tácito de que la toma de decisiones informadas de los sujetos al enfrentarse a situaciones problemáticas de orden personal, local, nacional o global, se debe al conocimiento, competencias, creatividad, actitud y valores que aquellos hayan desarrollado durante su escolaridad. De ahí que, en las últimas décadas se ha considerado que los profesores cumplen un papel crítico en el proceso de andamiar el desarrollo de los elementos cognitivos y afectivos en los estudiantes a lo largo de su escolaridad, que les permita tener un comportamiento apropiado dentro de su contexto. Así el futuro de la humanidad depende de la experticia y compromiso de dichos profesionales.

DILLO, MAGUIRE (2011) afirman que todas las evidencias provenientes de diferentes sistemas educativos alrededor del mundo muestran que el factor más importante en determinar las acciones apropiadas de los niños dentro de un contexto sociocultural es la calidad de los profesores y la enseñanza. Por ello, los sistemas educativos más destacados seleccionan a sus potenciales maestros desde aquellos estudiantes que han obtenido el mejor rendimiento académico a lo largo de su escolaridad, y posteriormente les brindan la oportunidad de alcanzar una formación profesional rigurosa y efectiva, centrada en la relación sinérgica entre la teoría y la práctica del diseño y la enseñanza de contenidos específicos.

Así mismo, consideran la enseñanza una profesión práctica, la cual no solo requiere de la experticia para responder a las situaciones rutinarias del aula, sino también del desarrollo de unas bases del conocimiento¹ profesional que le brinden al docente abordar de manera apropiada un conjunto de problemas específicos que se generan con frecuencia en las aulas de ciencias. Por ejemplo, dichas bases informan la solución a los siguientes interrogantes: ¿Cuál es la mejor estrategia de enseñanza para asistir

a los estudiantes en la comprensión de un contenido? ¿Por qué los estudiantes encuentran difícil aprender un determinado contenido, y cómo poder ayudarlos a superar estas dificultades? ¿Cuál es la mejor forma de representar y formular un contenido con el propósito de que los estudiantes alcancen una comprensión conceptual? ¿Cuáles son las mejores formas de evaluar el aprendizaje?

En consecuencia, los programas de educación diseñados en las últimas décadas demostraron la necesidad de preparar a los profesores en formación, no solamente para adaptarse a las formas que operan las escuelas actualmente, sino para que tengan la flexibilidad de ajustarse a los futuros cambios a los que se enfrentan a diario. En este sentido, los investigadores de la educación consideran que los enseñantes deben de estar en la capacidad de ayudar a promover las reformas curriculares, criticar sus prácticas de diseño y enseñanza de contenidos específicos, y diseñar, implementar y evaluar las innovaciones emprendidas (ABELL, CENNAMO, 2003).

Por otro lado, se considera que aprender a enseñar ciencias es un proceso que sucede a lo largo de la vida del profesor. Así, se comienza con los años donde él ha aprendido sus primeras teorías sobre la enseñanza/aprendizaje por impregnación ambiental (LORTIE, 1975); pasa por los programas de educación formal; llega a los primeros años de experiencia profesional con profesores experimentados y, por último, continúa su desarrollo. Naturalmente, a lo largo de este continuo de experiencias, él construye de manera progresiva su sistema de conocimientos, creencias y valores que informan la práctica del diseño de ambientes de aprendizaje y la enseñanza de las ciencias (FEIMAN-NEMSER, 2001).

De manera que los educadores de los profesores de ciencias, durante el diseño e implementación de los programas de educación, deben tener en cuenta los aspectos del desarrollo del pensamiento del profesor en formación (ABELL, BRYAN, ANDERSON, 1998). De hecho, esta perspectiva les

1. MISHRA, KOEHLER (2006) consideran que el contenido, la pedagogía y la tecnología son bases del que juegan un papel clave en el diseño e implementación de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos.

brinda el escenario más apropiado donde expliciten y vuelvan consciente las teorías implícitas de la enseñanza y el aprendizaje de la química, por medio de situaciones problematizantes provenientes de los contextos reales del aula.

Con el fin de direccionar dichas metas de formación, los educadores de profesores afirman que los procesos de reflexión dentro de los programas de educación asisten a los futuros profesores para desafiar sus teorías sobre la enseñanza y el aprendizaje, y de esta forma comenzar a alinearla con las representadas en las reformas curriculares (SCHÖN, 1987; ABELL, BRYAN, 1997; CANDELA, VIÁFARA, 2014a, 2014b). Es decir, cuando ellos reflexionan sobre un evento crítico que recoge las acciones de un profesor ejemplar durante su práctica profesional, logran pensar acerca de su enseñanza o la de otro, definir y formular problemas, y comparar la teoría con la práctica.

Así, la reflexión es conceptualizada como un proceso metacognitivo que implica ciertos contextos, procesos, actitudes y contenidos, los cuales le brindan al profesor desarrollar una nueva comprensión acerca de la enseñanza y aprendizaje de una disciplina, con el fin de resolver los problemas de la práctica. Desde luego, estos pueden ser examinados a través del uso de casos ejemplares en los cuales los profesores en formación entran a un mundo virtual del aula representado en formato impreso o digital (LABOSKEY, 1993; ABELL, CENNAMO, 2003; CANDELA, VIÁFARA, 2014b). De hecho, este reduce la complejidad de la enseñanza en una historia manejable y situada en un contexto específico. Asimismo, el contexto del caso suministra oportunidades a los profesores novatos de volver conscientes sus teorías implícitas acerca de la enseñanza/aprendizaje, con el propósito de que estas evolucionen hacia los marcos teóricos

propuestos por la literatura en educación en ciencias (BULLOUGH, 1991; BROPHY, 2003).

Por todo esto, en las últimas décadas los educadores de profesores han comenzado a mostrar interés en capturar y documentar el *conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido* (CTPC)². Así pues, para poder retratarlo, se han diseñado instrumentos metodológicos como el *repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas* (PaP-eR)³ y los videos de caso (ABELL, BRYAN, 1997; CANDELA, VIÁFARA, 2014b; BERTRAM, LOUGHRAN, 2012). El propósito de esta tarea de investigación radica en utilizar el registro de las acciones y pensamientos inteligentes llevados a cabo por el profesor y los estudiantes, como un material curricular que estimule la reflexión de los profesores en formación a lo largo de las actividades de aprendizaje que configuran el programa de educación (CANDELA, 2016).

Asimismo, los PaP-eRs y los videos de caso le brindan al profesor en formación entrar al mundo virtual de la clase y atestiguar los eventos que allí ocurren (ABELL, CENNAMO, 2003; CENNAMO *et al.* 1996; CANDELA, VIÁFARA, 2014a, 2014b). En efecto, los relatos narrativos que estructuran los PaP-eRs y los episodios críticos de los videos de caso son considerados escenarios apropiados que le brindan al lector la posibilidad de evidenciar de manera vicaria la interacción de los elementos del CTPC de un profesor ejemplar, y de esta forma comenzar a identificar y desarrollar su CTPC de la química.

Finalmente, esta heurística de formación mediada por la reflexión sobre el contenido de los PaP-eRs y videos de caso, ha comenzado a jugar un papel crítico dentro de los programas de educación en el contexto nacional, dado que, le permite al profesor evidenciar de manera explícita los diferentes elementos que configuran el CTPC de la química (ABELL, CENNAMO, 2003; CENNAMO *et al.* 1996).

2. El CTPC es un constructo que entreteje de manera sinérgica el conocimiento disciplinar, tecnológico y pedagógico, con el fin de mediar el aprendizaje de unos estudiantes singulares dentro de contextos particulares (MISHRA, KOEHLER, 2006; CANDELA, 2016).

3. Los PaP-eRs son considerados relatos narrativos del CPC de los profesores para una porción particular de un contenido curricular de las ciencias. Estos capturan, documentan y representan los procesos de razonamiento y las acciones pedagógicas del profesor durante la enseñanza de un tópico específico a un grupo de estudiantes en un contexto singular (LOUGHRAN *et al.* 2001; CANDELA, VIÁFARA, 2014a).

De modo que estos presupuestos han sido tomados como marco de referencia a lo largo del diseño de este estudio, cuyo propósito es documentar el inicio de la identificación y desarrollo de los elementos que configuran el CTPC de la química de los profesores en formación inicial.

Usando las anteriores asunciones como punto de referencia, este estudio tiene como propósito dar respuesta al siguiente interrogante: ¿Cómo los profesores en formación comienzan a identificar y desarrollar los elementos CTPC de la química a través de la reflexión de los PaP-eRs y videos de caso de profesores ejemplares?

Metodología

Direccionados por el problema y el propósito de esta investigación, se decidió asumir la metodología desde una perspectiva cualitativa e interpretativa por estudio de casos (STAKE, 1999). De hecho, este enfoque brindó la posibilidad de comprender cómo los profesores en formación matriculados en el primer semestre de la Licenciatura en Educación en Ciencias, comenzaron el proceso de identificación y desarrollo de las bases del conocimiento para la enseñanza que configurarán su CTPC de la química.

Por otro lado, apoyados en los criterios para la selección del caso enunciados por STAKE (1999), se escogió como caso a indagar a los estudiantes matriculados en el curso contexto educativo y pedagógico de la química⁴ (14 mujeres y 7 hombres), con edades entre los 17 y 20 años. Conviene subrayar que para esta investigación resultó fundamental que ellos estuvieran matriculados en el primer semestre del programa de licenciatura; así, llegaron al aula sosteniendo fuertes teorías personales acerca de la enseñanza y aprendizaje de la química. Este aspecto quizás permitió evidenciar cómo estas teorías comienzan a evolucionar hacia los elementos que

constituyen el CTPC de esta disciplina, por medio de la reflexión de los PaP-eRs y videos de caso.

Con el fin de brindarles la oportunidad a los profesores en formación de identificar y desarrollar los principales elementos que configuran el CTPC de la química, se los enfrentó a un conjunto de actividades de aprendizaje que representaron los contenidos necesarios para dicho propósito. En ese sentido, estas se abordaron desde un enfoque por *orientación reflexiva* constituido por dos ámbitos, a saber: a) reflexionando sobre las opiniones de los expertos acerca de la enseñanza de un contenido, a través de las lecturas propuestas en los programas de formación; y b) reflexionando acerca de la enseñanza llevada a cabo por profesores experimentados a través de experiencias de videos de caso y *repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas* (PaP-eRs). Desde luego, cada una de estas actividades de aprendizaje les suministró la posibilidad a los estudiantes de magisterio de: 1) descubrir, clarificar y refinar sus teorías personales sobre la enseñanza y aprendizaje de la química; 2) desafiar las fuertes teorías personales; 3) desarrollar una nueva comprensión sobre la enseñanza y aprendizaje de la química; y 4) potenciar las habilidades reflexivas.

Por otro lado, los relatos narrativos de los PaP-eRs y los videos de caso de este estudio representaron las acciones de un profesor ejemplar a lo largo de la enseñanza de los contenidos de la discontinuidad de la materia y el equilibrio químico. En efecto, el cuerpo de conocimiento que subyace a estos dos instrumentos encarnó un número de situaciones comunes relacionadas con las acciones del profesor y sus estudiantes, a saber: 1) la naturaleza de la participación de los estudiantes, incluyendo los métodos de solicitar permiso al hablar; 2) la gestión y administración de la clase; 3) los tipos de pensamientos de los aprendices, especialmente los afectados por las tareas e interrogantes solicitados por el enseñante; 4) las técnicas de formular preguntas,

4. Este curso forma parte del ámbito humanístico de la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, ofrecido a estudiantes de primer semestre.

incluyendo el tiempo de espera y la retroalimentación; y 5) las estrategias y modelos de enseñanza, especialmente el POE (predecir, observar y explicar) y el ciclo de aprendizaje respectivamente.

Conviene subrayar que los estudiantes antes de cada clase debieron hacer un estudio reflexivo a los documentos provenientes de la literatura previamente enviados por el educador de profesores. Para ello, utilizaron como instrumento de análisis las hojas de reflexión, las cuales tienen interrogantes antes, durante y después de la lectura (véase anexo 1). Así pues, esta actividad de formación suministró a los futuros profesores, elementos teóricos que les permitieron comprometerse activamente en las discusiones colegiadas acerca de los episodios críticos de los PaP-eRs y videos de caso.

Además, la secuencia de actividades de aprendizaje se propuso con el fin de estimular la reflexión sistemática de los PaP-eRs y los videos de caso; así, esta acción metacognitiva es mediada a través de la hoja de reflexión, la cual ayudó a catalizar dicha cadena de razonamientos. Desde luego, este conjunto de tareas les permitió a los estudiantes una transición gradual durante el proceso, a saber: reflexionando desde una situación simple a una compleja; observando y describiendo eventos de enseñanza fragmentados, a problemas sistemáticos de la práctica; reflexionando sobre aspectos generales de las acciones del profesor y los estudiantes, a elementos específicos del comportamiento de ellos; y concentrándose en la enseñanza de otras personas, a focalizarse en su propia enseñanza.

Por último, los datos de este estudio fueron recolectados a través de los registros fílmicos de las acciones y pensamientos de los profesores en formación, durante las discusiones generadas por las reflexiones de los episodios críticos. También, se consideraron fuentes documentales las respuestas individuales registradas en las hojas de reflexión de las diferentes lecturas. Adicionalmente, finalizando el semestre se les realizó a los sujetos estudiados una entrevista semiestructurada con el fin de recolectar evidencias que sustentaron el comienzo de su desarrollo profesional.

Análisis de datos y codificación

El análisis de los datos implicó la identificación y clasificación de una serie de temas alineados con el CTPC de la química, que fueron expresados por los profesores en formación a lo largo del conjunto de actividades de desarrollo profesional. Para ello, se utilizó la teoría fundamentada de STRAUSS, CORBIN (2002), la cual está estructurada en tres fases: descripción, ordenamiento conceptual y teorización. Así, la primera se da por medio de la recolección sistemática de la información del caso; la segunda ofrece la posibilidad de inducir de los datos las categorías (codificación abierta y axial); y la última permite construir la teoría a partir de la selección de la categoría medular, y el establecimiento de relaciones semánticas de esta con las otras categorías del estudio (codificación selectiva).

A partir de las anteriores asunciones que sustentan este análisis de naturaleza comparativa, se realizaron las siguientes tareas analíticas:

1. Organización rigurosa al conjunto de información recogida en las fuentes documentales de este estudio.
2. Lectura reflexiva a la serie de documentos provenientes de las diferentes fuentes documentales, con el fin de encontrar evidencias que apoyen el inicio de la identificación y desarrollo de los elementos del CTPC de la química de los profesores en formación. Para ello, se realizó una codificación abierta, desde el problema y el marco conceptual de este estudio, lo que facilitó asignar a las respectivas unidades de registro los códigos que están alineados con las propiedades de estas.
3. Lectura y relectura al conjunto de códigos asociados a las unidades de registro para detectar patrones de ocurrencia, y de esta manera agruparlos de acuerdo con las similitudes encontradas de sus propiedades.
4. Fragmentación del cuerpo de conocimiento previamente codificado en unidades básicas de análisis con sentido independiente, con el

- propósito de reunir los códigos cuyo patrón de ocurrencia presentan similitud en sus propiedades. Esta acción analítica da origen a las principales categorías de este estudio (tabla 1).
5. Adscripción de las unidades de análisis previamente codificadas (por ejemplo, párrafos con sentido independiente, eventos críticos de los videos, y respuestas a la entrevista semiestructurada), a cada una de las categorías inductivas con las que está en coherencia, según sus propiedades (codificación axial).
 6. Selección de la categoría medular o central (por ejemplo, No. 1) (tabla 1), a la cual se vinculan de forma semántica las otras categorías. El propósito de dicha tarea analítica descansa en establecer relaciones de significado entre las respectivas unidades de análisis, y de esta manera construir una teoría naturalística que da solución al problema de investigación.

Tabla 1. Categorías inductivas producto del proceso de codificación abierta.

| Categorías |
|---|
| 1. Usando los PaP-eRs y los videos de caso para reflexionar sobre la pedagogía general. |
| 2. Usando los PaP-eRs y los videos de caso para reflexionar acerca del papel crítico que desempeñan las habilidades lingüísticas en el aprendizaje de la química. |
| 3. Usando los PaP-eRs y los videos de caso para comprender las dificultades/limitaciones y concepciones alternativas de los estudiantes. |
| 4. Usando los PaP-eRs y los videos de caso para internalizar el uso de los recursos digitales en la gestión del aula y la representación de los contenidos de la química. |
| 5. Usando los PaP-eRs y los videos de caso para comprender la evaluación formativa. |

Resultados y discusión

La reflexión de los diferentes episodios críticos recogidos en los PaP-eRs y los videos de caso sugieren una variedad de dilemas en la enseñanza de las ciencias que los profesores en formación enfrentan. De hecho, estas tareas reflexivas les permiten a ellos reflexionar y discutir sobre las posibles acciones

llevadas a cabo por un profesor ejemplar y los estudiantes durante la enseñanza de un contenido específico. Así pues, examinan sus teorías personales e interpretan las creencias y valores del profesor ejemplar acerca de la enseñanza y el aprendizaje; también, marcan los problemas de la clase e intentan darles sentido a estos desde sus perspectivas de profesor.

Las siguientes categorías documentan algunos elementos del CTPC de las ciencias, identificados y desarrollados por los profesores en formación a lo largo del curso de contexto educativo y pedagógico de la química:

Usando los PaP-eRs y los videos de caso para reflexionar sobre la pedagogía general

Los dos ámbitos de reflexión que configuran el curso de contexto educativo y pedagógico de la química les brindan la oportunidad a los profesores en formación de comenzar a identificar y desarrollar elementos de la pedagogía general como: administración y gestión de la clase, lenguaje y discurso, y modelos de enseñanza. Naturalmente, dichos elementos informarán las futuras toma de decisiones instruccionales a lo largo del diseño e implementación de ambientes de aprendizajes de tópicos específicos de la química.

La reflexión de los diferentes eventos críticos representados en los PaP-eRs y videos de caso, estimulan a los futuros profesores a evidenciar la doble funcionalidad de la pedagogía general. En primer lugar, esta base de conocimiento permite seleccionar las estrategias de enseñanza más apropiadas. En segundo lugar, una vez seleccionadas, deben estar alineadas con la naturaleza del contenido y los antecedentes socioculturales de los estudiantes, con el fin de andamiar la comprensión de las entidades y procesos que subyacen a un fenómeno natural. De ahí que los futuros profesores consideran que estos elementos pedagógicos desempeñan un papel crítico en el diseño e implementación del conjunto de actividades de aprendizaje que estimula la construcción colegiada de una profunda comprensión.

En este sentido, los profesores en formación a través de la reflexión continua logran identificar las rutinas, técnicas, estrategias y modelos de enseñanza que subyacen las acciones del profesor ejemplar representadas a través de los PaP-eRs y videos de caso. Por tanto, los diferentes eventos críticos dejan identificar elementos de la pedagogía general como: 1) organización del aula en pequeños grupos discusión, estructura interactiva, trabajo individual y estructura no interactiva; 2) formulación de preguntas abiertas, cerradas y con tiempo de espera, explicar ideas, y distribución de preguntas; 3) estrategia de enseñanza del POE (predecir, observar y explicar) (GUNSTONE, WHITE, 1981); y 4) ciclo de aprendizaje (fase de exploración, fase de introducción y fase de aplicación).

Así pues, los profesores en formación visualizan que estos elementos de la pedagogía general se encuentran embebidos en la perspectiva que el enseñante tiene sobre el aprendizaje y la enseñanza de la química. Además, que el propósito de las estrategias de enseñanza asociadas con rutinas y técnicas es proporcionar una estructura de andamiaje del aprendizaje conceptual de los estudiantes. También, consiguen internalizar que estos elementos constituyen una plataforma para alcanzar el aprendizaje de los conceptos del currículo de la química. De ahí que cumplan una doble intencionalidad: en la enseñanza permiten generar conclusiones que resuman las principales ideas que deben ser aprendidas por los estudiantes, en tanto, en el aprendizaje asisten a los estudiantes para generar sus propias explicaciones a un evento o fenómeno del mundo cotidiano. Las anteriores asunciones se pueden evidenciar a partir de las siguientes viñetas extraídas de las hojas de reflexión:

Por otra parte, de acuerdo con las experiencias obtenidas desde la reflexión con los PaP-eRs y videos de caso, pude visualizar pequeñas similitudes y diferencias, respecto a cómo enseñar un tópico específico de la química. Así pues, estas serían, la utilización de la POE, puesto que es una estrategia indispensable para la enseñanza de las ciencias que les permite a los

estudiantes interactuar con el fenómeno químico dentro de un contexto de transacción de significados. Además, organizaría la clase en una estructura de pequeños grupos de discusión, la cual le permitiría a los estudiantes compartir sus intuiciones sobre una problemática previamente planteada; sin embargo, desde mi punto de vista, se debería tener una vista más crítica al momento de realizar los grupos de trabajo, puesto que esta estructura de organización algunas veces genera indisciplina como consecuencia a que el profesor no puede estar interactuando al mismo tiempo con todos los grupos a la vez. Para darle solución a esta dificultad buscaría una acomodación de los grupos sistemática, donde él tenga en su rango de observación a toda el aula. Luego, para cerrar la actividad experimental pediría una discusión intergrupala de las observaciones y reflexiones de las respuestas a los interrogantes del experimento. (Hoja de reflexión, Carlos).

De las prácticas de enseñanza observadas, con las que me sentiría cómoda al momento de usarlas durante mi práctica educativa son: las rutinas de organización del aula en pequeños grupos de discusión y trabajo individual, el uso de herramientas digitales, como el laboratorio virtual y las animaciones para representar las ideas a enseñar. También, considero fundamental para la enseñanza de la química la estrategia del POE, la cual pone en acción el uso de habilidades comunicativas y permite monitorear el nivel de comprensión y confusión de los estudiantes durante el acto educativo por medio de formulación de preguntas. (Entrevista, Kelly).

Las expectativas acerca de la enseñanza y el aprendizaje de los factores que afectan la velocidad de una reacción química, han cambiado bastante desde que reflexioné sobre los eventos críticos del video. De hecho, esta tarea permitió ver cómo la estrategia del POE (predecir, observar y explicar) apoya la comprensión de un fenómeno, además, del desarrollo de las habilidades lingüísticas de la oralidad, la lectura y la escritura, factores importantes para la construcción de un pensamiento crítico y científico en cada uno de los estudiantes. Por otra parte, considero que la forma como el profesor ejemplar organizó el aula en

pequeños grupos de discusión con el fin de abordar la experimentación, no es la más adecuada, porque genera indisciplina; sin embargo, creo que esta clase experimental se podría dar en grupos de trabajos pequeños, pero con una organización de mesa redonda donde el profesor tenga una posición de la cual pueda acceder rápidamente a cada grupo de trabajo que lo requiera. (Hoja de reflexión, Ángela).

La actividad de aprendizaje que implementa el docente busca que a través de pequeños grupos de discusión debatan sus ideas y saquen conclusiones con respecto al tópico tratado. Esto se logra con la intervención del profesor, generando preguntas a los estudiantes y poniendo a prueba sus conocimientos previos adquiridos en grados anteriores. (Hoja de reflexión, Joselyn).

Usando los PaP-eRs y los videos de caso para reflexionar acerca del papel crítico que desempeñan las habilidades lingüísticas en el aprendizaje de la química

La reflexión sobre los diferentes eventos críticos representados en los PaP-eRs y videos de caso facilita en los futuros profesores ver cómo el profesor ejemplar utiliza el desarrollo de las habilidades lingüísticas de la oralidad, la lectura y la escritura como herramientas de pensamiento y aprendizaje de los contenidos de las ciencias. De ahí que ellos comenzaron a considerar que el lenguaje y las actividades experimentales son elementos que ejercen una fuerte influencia en la construcción, representación y comunicación de la comprensión del fenómeno natural dentro de un contexto sociocultural.

Por todo esto, el profesor en formación afirma que la enseñanza de la química desde un enfoque sociocultural, les permite a los estudiantes negociar significados y formas de significar a partir de una organización del aula en pequeños grupos y discusión con toda la clase. Para ello, deben desarrollar de manera concomitante las habilidades lingüísticas de la oralidad, la lectura y la escritura, junto con la construcción de la comprensión de las entidades y procesos que subyacen al fenómeno químico en

cuestión. Estas asunciones se evidencian a partir del siguiente diálogo entre el profesor y los estudiantes, extraído de una clase del curso contexto educativo y pedagógico:

P: ¿Será que el aula del profesor Santiago tiene una perspectiva sociocultural? ¿Por qué?

E1: En el aula de Santiago convergen dos tipos de discursos: el especializado, presentado por el profesor, y el intuitivo, encarnado en los estudiantes.

E2: El aula de Santiago se caracteriza por el uso frecuente del lenguaje oral y escrito como medios para ayudarle al estudiante a comprender el fenómeno químico que se está abordando.

P: ¿Qué opina Brayan de esta afirmación?

E3: Estoy de acuerdo, ya que la interacción profesor/estudiante y estudiante/estudiante mediada por el lenguaje y el sistema de conocimientos y creencias de estos sujetos, es una herramienta poderosa para el aprendizaje de la química. Desde luego que esta le permite al profesor detectar las dificultades y concepciones alternativas de sus estudiantes, y de esta manera reflexionar y tomar decisiones curriculares e instruccionales con el fin de ayudar a los estudiantes a comprender el fenómeno abordado.

E4: Lo que dices es como un intercambio de ideas o transacción de significados y formas de significar.

E5: Ah, ya, entonces en la clase se da una negociación sin parte ganadora, ¿por qué sin parte ganadora?, porque tanto el profesor como el estudiante están aprendiendo el uno del otro. (Video del curso de contexto educativo y pedagógico).

Otro aspecto que los estudiantes de magisterio identifican durante la reflexión de los PaP-eRs y videos de caso se refiere a que el profesor ejemplar focaliza el desarrollo de su clase, tanto en los contenidos disciplinares de las ciencias como en la enseñanza explícita de los elementos semánticos y sintácticos del lenguaje (por ejemplo, macro- y microestructura textual, manejo de conectores textuales, intertextualidad, función/forma de un texto,

estrategias de lectura y escritura, entre otros), con el fin de que sean utilizados como estrategia de aprendizaje. Además, ellos conciben que la internalización del conocimiento genérico de las habilidades de la oralidad, la lectura y la escritura les suministran la posibilidad a los aprendices de desarrollar nuevas ideas y pensamientos sobre los fenómenos químicos. Estos presupuestos se representan en las siguientes viñetas:

P: ¿Qué relación encuentran entre los episodios críticos de los PaP-eRs y videos de caso con las estrategias lingüísticas de hablar, leer y escribir?

E1: Como vimos en los PaP-eRs y los videos de caso del profesor Santiago, él siempre trata de implementar el lenguaje en el uso diario del aula para que los estudiantes puedan comprender los fenómenos químicos.

E2: Una manera de evidenciar el uso del lenguaje en los videos se da cuando se organizan el aula en pequeños grupos de discusión y estructura interactiva con toda la clase, que les permite a los estudiantes discutir sus diferentes puntos de vista con el fin de dar solución a una situación problemática. Además, en uno de los PaP-eRs y videos se puede ver que el profesor les pide a los estudiantes que realicen un informe de laboratorio, pero no convencional, donde desarrollen las estrategias de escritura que se han venido enseñando a lo largo del curso de química; por ejemplo, la composición escrita debe tener una macroestructura que jerarquice las diferentes ideas principales, también, los párrafos tiene que tener una microestructura la cual se traduce en la articulación coherente de la idea principal con las respectivas ideas secundarias. Con estos episodios se ve evidenciado claramente el uso del lenguaje en las ciencias como una herramienta de aprendizaje.

E3: Yo quiero completar lo expresado por Brayán. El profesor debe crear en el estudiante una influencia verbal a un nivel intra e intersubjetivo que le ayude a los estudiantes a comprender los fenómenos químicos a partir de su conocimiento empírico y teórico.

E4: Sí, básicamente cuando en los PaP-eRs y videos de caso hacían discusiones primero en pequeños grupos y después con toda la clase se ve el uso del lenguaje oral divergente, y cuando se logra consensuar una idea que representa la comprensión del fenómeno químico y, esta debe ser materializada en un texto, se ve el uso del lenguaje escrito convergente (Video del curso de contexto educativo y pedagógico).

Considero que las clases de profesor Santiago además de integrar los aspectos del contenido pedagógico para la enseñanza y aprendizaje de un tópico de la química, también se focalizó en ayudar a sus estudiantes a desarrollar las habilidades comunicativas, las cuales son esenciales para el aprendizaje. De hecho, él para lograr esta meta de enseñanza utilizó actividades experimentales orientadas a través de la estrategia del POE (Predecir, Observar y Explicar), la cual genera discusión y necesidad de explicar a los compañeros el fenómeno observado, utilizando para ello reglas de escritura, además la habilidad de la lectura crítica (Hoja de reflexión, Kelly).

Posteriormente, los estudiantes comienzan a desarrollar su párrafo de respuesta a interrogantes formulados por el profesor, donde se hace énfasis en que este debe detener una microestructura, es decir, poseer una idea principal e ideas secundarias que desarrollen o fomenten la idea principal. Esta situación permite evidenciar que el profesor Santiago no solamente quiere enseñar los contenidos de la química, sino también promover el desarrollo de las siguientes habilidades lingüísticas en los estudiantes: hablar, leer y escribir (Hoja de reflexión, Pablo).

Usando los PaP-eRs y los videos de caso para internalizar el uso de los recursos digitales en la gestión del aula y la representación de los contenidos de la química

Los futuros profesores reaccionan con respecto a los episodios críticos representados en los PaP-eRs y videos de caso, como recursos para problematizar su

sistema de conocimiento, creencias y valores acerca del papel clave que han comenzado a desempeñar las tecnologías de la información y comunicación (TIC), en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. De hecho, identifican las relaciones que se deben establecer entre el contenido de las ciencias, la pedagogía general y las TIC, con el fin de diseñar e implementar ambientes de aprendizaje potenciados por las tecnologías desde una perspectiva sociocultural.

Así mismo, los estudiantes de magisterio a lo largo de las discusiones generadas por las diferentes reflexiones, toman conciencia de la existencia de un amplio rango de recursos digitales, los cuales pueden ser usados para representar y formular los contenidos de las ciencias. Además, la selección de estos debe estar informada por el conocimiento de la disciplina y la pedagogía general, con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades sobre el contenido bajo consideración. Por ejemplo, ellos identifican que el profesor ejemplar para asistir a los estudiantes en la comprensión del tópico de la cinética química, utiliza un laboratorio virtual acompañado de una serie de interrogantes a desarrollar dentro de un contexto de negociación de significados y formas de significar. Naturalmente, dicha decisión curricular media de forma apropiada la comprensión de las entidades y procesos que subyacen a este fenómeno químico. Esta asunción se puede evidenciar en las siguientes viñetas:

El maestro, con el propósito de ayudar a los estudiantes a volver las ideas abstractas de la cinética química, hace uso de su conocimiento tecnológico sobre un conjunto de recursos digitales. Así, pues, apoyado en su conocimiento de la química, la pedagogía y la tecnología, selecciona del internet una animación para representar esta idea. (Entrevista, Brayan)

Ya finalizada la predicción se da paso a realizar la observación del video, la cual permitirá a los estudiantes comparar lo que anteriormente habían predicho

con lo que se puede apreciar mediante la observación. Posteriormente, desarrollan una explicación de manera escrita con el fin de determinar si existe una relación con el laboratorio virtual que se ha observado. Al presentarse el video y una vez discutido las diferentes posturas, los estudiantes concluyen que la rapidez de la reacción es proporcional a la concentración de reactivo, es decir a mayor concentración más rápida la reacción. Esta actividad de aprendizaje le brinda la posibilidad a muchos estudiantes para detectar que sus predicciones estaban alejadas de los contenidos formulados por los científicos.

En conclusión, se resaltan cómo el docente a través de una clase mediada por la integración de las TIC, ayuda a sus estudiantes a superar las dificultades y concepciones alternativas con las que llegan al aula de química. También, esta perspectiva de enseñanza dejar ver las intenciones de Santiago en promover y generar un desarrollo progresivo de las habilidades lingüísticas a través de la enseñanza de la química. (Hoja de reflexión, José).

Adicionalmente, los profesores en formación inician la explicitación de las rutinas, estrategias y modelos de enseñanza que se encuentran alineados con las tecnologías digitales en formas constructivas para la enseñanza de un contenido. Por ejemplo, ellos evidencian que el profesor Santiago utiliza la estrategia del POE (predecir, observar y explicar) con el ánimo de gestionar la puesta en escena de una animación que representa la idea de las reacciones reversibles. Así, este recurso digital bajo la orientación del profesor ejemplar se convierte en un escenario apropiado donde los estudiantes leen, reflexionan, discuten y escriben sobre el fenómeno químico. También, los estudiantes de magisterio logran identificar que los anteriores elementos forman parte de un conjunto de actividades que se encuentran estructuradas según el modelo del ciclo de aprendizaje⁵. Este presupuesto se puede ver en la siguiente viñeta:

5. El ciclo de aprendizaje es un modelo de enseñanza que se configura en tres fases: exploración, introducción y aplicación (KARPLUS, THIER, 1967).

Los videos me hicieron analizar la forma como el profesor Santiago utiliza algunos recursos tecnológicos para representar los contenidos y gestionar el aula. Por ejemplo, él empleó el *software Classroom* durante la puesta en escena de la actividad de reacciones reversibles y el equilibrio químico con el fin de catalizar las interacciones entre el profesor/estudiante y estudiante/estudiante. Además, este paquete le permitió recoger en línea los trabajos de los estudiantes y, monitorear el nivel de compromiso de ellos. (Entrevista, María de los Ángeles).

Finalmente, los profesores en formación consideran que además de poseer una profunda comprensión de lo sustantivo y sintáctico de la disciplina, ellos deben internalizar la articulación de los contenidos específicos con las diferentes formas digitales de representación que constantemente proporciona el mundo tecnológico (por ejemplo, animaciones, simulaciones, laboratorios virtuales, videos, entre otros). En efecto, esta clase de conocimiento les permite seleccionar los recursos digitales que se encuentran alineados con la naturaleza del contenido disciplinar y las metas instruccionales, con el propósito deliberado de construir las representaciones más apropiadas para un contexto específico. Así mismo, dichas representaciones configuran las diferentes actividades de aprendizaje, las cuales andamian la comprensión conceptual del tópico en los estudiantes.

Usando los PaP-eRs y los videos de caso para comprender las dificultades/limitaciones y concepciones alternativas de los estudiantes

Los PaP-eRs y los videos de caso son usados para ayudar a los profesores en formación a pensar sobre temas relacionados con el aprendizaje de la química en los estudiantes de secundaria. Para ello, el educador de profesores les pide los siguientes interrogantes: ¿Qué dificultades y concepciones alternativas presentan los estudiantes de grado once al tratar de comprender el fenómeno del equilibrio químico? ¿Cómo los profesores

direccionan estas dificultades y concepciones? ¿En qué forma estas afectan la enseñanza de dicho tópico?

Con el propósito de asistir a los estudiantes de magisterio en la solución de los anteriores interrogantes, el educador de profesores los motiva a reflexionar sobre un conjunto de episodios críticos recogidos en los PaP-eRs y videos de las lecciones de la discontinuidad de la materia y el equilibrio químico, respectivamente. De manera que esta actividad de formación acompañada de la discusión con sus pares académicos los ayuda a reconocer que el aprendizaje, en general, de las ciencias y, en particular, de la química, está influenciado por los siguientes aspectos: naturaleza abstracta de los contenidos, diferenciación e integración de los tres niveles de representación, y componente matemático alto. Las siguientes viñetas están en coherencia con este presupuesto:

El elemento más evidente en los diferentes episodios críticos de lo PaP-eRs y los videos de caso, fue las diferentes concepciones alternativas con las que los estudiantes de grado once y décimo enfrentan el aprendizaje del equilibrio químico y la discontinuidad de la materia, respectivamente. Además, en las dos lecciones se evidencian las dificultades de aprendizaje relacionadas con la diferenciación e integración de los tres niveles de representación (macroscópico, submicroscópico y simbólico). Así pues, el profesor ejemplar durante la enseñanza de estos contenidos centra las actividades de aprendizaje en los estudiantes, para ello, organiza el aula en pequeños grupos y discusión con toda la clase con el fin de ayudarlos a superar sus concepciones alternativas y dificultades. (Entrevista, Kevin).

Se ven varios elementos que el maestro utiliza en el momento de dar la clase, por lo menos, tiene muy en cuenta las concepciones alternativas de la química que poseen los estudiantes sobre un contenido específico. Estas son utilizadas por él para tomar decisiones curriculares e instruccionales que les permitan a los estudiantes comprender el contenido que se está enseñando. (Entrevista, Carol).

Ahora bien, los profesores en formación identifican que el diseño y la implementación de ambientes de aprendizaje de la química desde una perspectiva sociocultural, debe estar mediada por el conocimiento de la diferenciación e integración de los niveles de representación macroscópico, submicroscópico y simbólico. Naturalmente, tener presente dichos elementos le permite al profesor tomar decisiones curriculares e instruccionales apropiadas, para evitar sobrecargar la memoria de trabajo de los estudiantes y, de esta forma, asistirlos en la articulación entre el conocimiento nuevo y el que yace en la memoria de trabajo de ellos. La siguiente viñeta representa esta asunción:

Por lo que se refiere a la actividad experimental planteada, el profesor Santiago tuvo en consideración varios aspectos como: el nivel de complejidad del contenido para no sobrecargar la memoria del aprendiz, la zona desarrollo proximal, las herramientas tecnológicas con las que cuenta la institución, la experimentación con interrogantes de caso cotidianos, y la naturaleza del contenido. Así pues, él estructuró el conjunto de tareas problemas desde el nivel macroscópico a los niveles submicroscópico y simbólico, los cuales son de mayor nivel de abstracción. Además, durante el desarrollo de la clase suministró espacios donde los estudiantes tomaran conciencia del nivel de representación en el que se estaba trabajando, y de esta forma evitar sobrecargar la memoria de trabajo. (Hoja de reflexión).

Por otro lado, la reflexión sobre los eventos críticos de los PaP-eRs y videos se convierte en un excelente escenario, donde los profesores en formación comienzan a ver que un alto porcentaje de los contenidos de las ciencias son de naturaleza abstracta. Así, este atributo hace que los conciben como modelos teóricos, producto de la construcción del intelecto humano a partir de la interpretación de los datos generados desde los diseños experimentales.

Por todo esto, los futuros profesores consideran que para asistir a los estudiantes durante la comprensión de las entidades y procesos que subyacen a los

fenómenos químicos, se hace necesario representar y documentar los contenidos de la química a través de recursos, como: animaciones, simuladores, videos, laboratorios, y cómics; los cuales tienen la capacidad de articular el fenómeno natural con los modelos teóricos de las ciencias. Naturalmente, la puesta en escena de las actividades de aprendizaje configuradas con los anteriores recursos, debe darse en un contexto sociocultural, donde las habilidades lingüísticas de la oralidad, la lectura y la escritura cumplen un papel clave. En este sentido, los estudiantes a lo largo de la solución a situaciones problemáticas hablan, leen y escribe acerca del fenómeno en cuestión.

Desde luego, que los estudiantes de magisterio argumentan que asumir el aula como un contexto sociocultural es una perspectiva enseñanza interesante, ya que, en esta clase de escenarios los estudiantes construyen una nueva comprensión de las entidades y procesos que subyacen a los fenómenos químicos, solamente después de que han logrado volver conscientes sus concepciones alternativas. Esto es facilitado a través de una interacción social con su profesor, compañeros o quizás un computador. Dicha interacción puede estar relacionada con la introducción de situaciones conflictivas que les ayudan a los estudiantes a generar una insatisfacción con sus visiones actuales, transformándolas de manera progresiva en unas más elaboradas. Para ello, reflexionan de manera individual y colegiada acerca de cómo dar sentido al fenómeno natural en cuestión.

Usando los PaP-eRs y los videos de caso para comprender la evaluación formativa

Los ámbitos de reflexión que configuran el curso de contexto educativo y pedagógico les brindan la posibilidad a los futuros profesores de iniciar la conceptualización de una perspectiva de evaluación formativa. De modo que ellos visualizan que una gestión de aula en pequeños grupos de discusión y estructura interactiva con toda la clase, le permite al profesor ejemplar monitorear frecuentemente el

nivel de comprensión y confusión de los estudiantes, además, del compromiso cognitivo, comportamental y actitudinal que presentan durante la actividad de aprendizaje.

Conviene subrayar que los profesores en formación comienzan a considerar que esta especie de organización áulica resulta apropiada para llevar a cabo los procesos de retroalimentación a los estudiantes desde una perspectiva socrática. Es decir, en el momento en que el profesor ejemplar detecta que los estudiantes no están comprendiendo el fenómeno natural estudiado, reflexiona en la acción y toma una decisión curricular materializada en un conjunto de preguntas que están dentro de la zona de desarrollo proximal de los aprendices. Así, la solución colegiada a dichos interrogantes les permite a ellos recorrer de manera progresiva el corredor conceptual encarnado en las diferentes actividades de aprendizaje previamente diseñadas. Estos presupuestos se ven reflejados en las siguientes viñetas:

A lo largo del diálogo, se observa que el profesor estaba atento a las ideas que exponían los estudiantes, con el propósito de monitorear el nivel de comprensión y confusión de estos. Así, en el momento en que él detecta que ellos no están comprendiendo el fenómeno natural, reflexiona en la acción generándoles una serie de preguntas que los lleva a construir unos conocimientos con un mayor nivel de elaboración (retroalimentación). Con lo anterior, quiero decir que ante la situación problemática que detecta el profesor durante el diálogo, él toma una decisión de enseñanza, asistiendo a los estudiantes en la construcción de manera reflexiva de una explicación sobre el fenómeno observado. La toma de esta decisión me parece pertinente, por lo cual, la llevaría a cabo de la misma manera estando en el papel de docente. (Hoja de reflexión, Karolay).

Hubo un episodio del video de caso que me llamó mucho la atención, en este el profesor se aproxima a un pequeño grupo de discusión y detecta que los estudiantes no están entendiendo. Así que toma la decisión formularle una pregunta a una de las estudiantes con el fin de que comience a comprender el

proceso de la cinética química (¿qué está sucediendo entre las moléculas de la aspirina y el agua?); a lo que la niña responde que estas se están expandiendo. La reacción inmediata del profesor fue la de reflexionar y formular otras preguntas de menor nivel de complejidad que le permitieran a la estudiante construir una nueva comprensión del fenómeno químico. En este momento podemos reconocer dos elementos del CTPC; los conocimientos previos de la alumna, a su vez las formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los estudiantes. (Hoja de reflexión, Valeria).

Conclusiones

El curso de contexto educativo y pedagógico, direccionado por una perspectiva de *orientación reflexiva*, brinda a los profesores en formación la oportunidad de reflexionar acerca de la enseñanza de la química desde los ámbitos de la literatura de esta disciplina y la *experiencia virtual* de enseñanza. Para ello, se utilizan como materiales curriculares los artículos, los PaP-eRs y los videos de caso. Estas actividades de formación desde una perspectiva reflexiva median la identificación y el desarrollo de las bases del *conocimiento tecnológico y pedagógico* de la química.

Por todo esto, la reflexión de los eventos críticos de los PaP-eRs y videos de caso es considerada una heurística apropiada que les permite a los profesores en formación articular el conocimiento proveniente de la literatura en educación en química, con las experiencias virtuales de enseñanza/aprendizaje procedentes de un contexto real. De hecho, a lo largo de dicho curso se evidencia que el contenido de los artículos, sirve como mediador para realizar una reflexión sistemática a las acciones llevadas a cabo por un profesor ejemplar y sus estudiantes durante la puesta en escena de una lección específica.

En efecto, este enfoque de formación le suministra a los futuros profesores la oportunidad de ver el papel clave que han cumplido las teorías del aprendizaje, la pedagogía general, el conocimiento de las tecnologías digitales con una intención educativa, y la literatura en educación para informar la enseñanza

de las ciencias dentro de contextos reales de clase. Naturalmente, ellos han tenido que leer, discutir y reflexionar sobre las acciones inteligentes de un profesor ejemplar cuando orienta a unos estudiantes singulares en un aula de perspectiva sociocultural, con el propósito de comenzar a construir y refinar sus teorías de la enseñanza y aprendizaje de la química en un contexto significativo.

Conviene subrayar que esta estrategia de formación resulta útil en ayudar a los futuros profesores a comenzar a identificar y desarrollar el *conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido* desde una perspectiva sociocultural. Así, pues, ellos al reflexionar sistemáticamente sobre los eventos críticos de los PaP-eRs y videos de caso desafían sus teorías personales sobre la enseñanza/aprendizaje de la química y, de esta forma, logran internalizar los siguientes elementos del CTPC: la pedagogía general, el lenguaje como una herramienta de aprendizaje, las dificultades/limitaciones y concepciones alternativas, los recursos digitales para representar los contenidos y gestionar el aula, y la evaluación formativa.

Finalmente, este interés de investigación focalizado en la identificación y desarrollo de los elementos del CTPC de la química por parte de los futuros profesores a través de la reflexión de los eventos críticos representados en los PaP-eRs y videos de caso, es reciente en el contexto nacional. De ahí que, resulte necesario formular nuevos estudios que aborden esta problemática con el fin de aportar al desarrollo y consolidación de este ámbito de indagación y, de esta manera, suministrar un marco teórico y metodológico que informe el diseño e implementación de nuevos programas de formación por orientación reflexiva.

Referencias bibliográficas

- ABELL, S.K.; BRYAN, L.S. Reconceptualizing the elementary science methods course using a reflection orientation. **Journal of Science Teacher Education**, Indiana, n. 8, pp. 153-166. 1997.
- ABELL, S.K.; BRYAN, L.A.; ANDERSON, M.A. Investigating preservice elementary science teacher reflective thinking using integrated media case-based instruction in elementary science teacher preparation. **Science Education**, EE.UU., n. 82, pp. 491-510. 1998. Indiana
- ABELL, S.K.; CENNAMO, K.S. Videocases in elementary science teacher preparation. In: **Using video in teacher education**. Emerald Group Publishing Limited. Indiana: EE.UU., pp. 103-129. 2003. [https://doi.org/10.1016/S1479-3687\(03\)10005-3](https://doi.org/10.1016/S1479-3687(03)10005-3)
- BERTRAM, A.; LOUGHRAN, J. Science teachers' views on CoRes and PaP-eRs as a framework for articulating and developing pedagogical content knowledge. **Research in Science Education**, Victoria, Australia, 42, pp. 1027-1047. 2012. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9227-4>
- BROPHY, J. (ed.). **Using video in teacher education**. Emerald Group Publishing Limited. Bingley: Reino Unido. 2003.
- BULLOUGH, R.V. **Case studies as personal teaching texts**. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago. 1991.
- CANDELA, B. El diseño de la CoRe: una estrategia para iniciar la identificación, explicitación y desarrollo del CTPC de la química en profesores en formación. **Revista Boletín Redipe**, Cali, v. 5, n. 9, pp. 146-167. Cali. 2016.
- CANDELA, B.F.; VIÁFARA, R. **Aprendiendo a enseñar química: la CoRe y los PaP-eR como instrumento para identificar y desarrollar el CPC**. Programa editorial de la Universidad del Valle, Cali. 2014a. <https://doi.org/10.25100/peu.37>
- CANDELA, B.F.; VIÁFARA, R. Articulando la CoRe y los PaP-eR al programa educativo por orientación reflexiva: una propuesta de formación para el profesorado de química. **Tecné, Episteme y Didaxis, TED**, Bogotá, 35, pp. 89-111. 2014b. <https://doi.org/10.17227/01213814.35ted89.111>
- CENNAMO, K.S. *et al.* The development of integrated media cases for use in elementary science teacher education. **Journal of Technology and Teacher Education**, Indiana, EE. UU., v. 4, n. 1, pp. 19-36. 1996.

- DILLON, J.; MAGUIRE, M. (eds.). **Becoming a teacher: Issues in secondary education**. McGraw-Hill Education. Reino Unido. 2011.
- FEIMAN-NEMSER, S. From preparation to practice: designing a continuum to strengthen and sustain teaching. **Teachers College Record**, Michigan, EE. UU., v. 103, n. 6, pp. 1013-1055. 2001.
- GUNSTONE, R.F.; WHITE, R.T. Understanding of gravity. **Science Education**, Victoria, Australia, v. 65, n. 3, pp. 291-299. 1981. <https://doi.org/10.1002/sce.3730650308>
- KARPLUS, R.; THEIR, H.D. **A new look a elementary school science**. Rand McNally. Chicago, IL.: EE.UU. 1967.
- LABOSKEY, V.K. **Development of reflective practice: A study of preservice teachers**. Teachers College Press. Nueva York: Estados Unidos. 1994.
- LORTIE, D. *Schoolteacher: A sociological analysis*. University of Chicago. Chicago: Estados Unidos. 1975.
- LOUGHRAN, J. *et al.* Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs. **Research in Science Education**, Victoria, Australia, v. 31, n. 2, pp. 289-307. 2001. <https://doi.org/10.1023/A:1013124409567>
- MISHRA, P.; KOEHLER, M.J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, Michigan, EE. UU., v. 108, n. 6, pp. 1017-1054. 2006.
- SCHÖN, D.A. **Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions**. Jossey-Bass. Estados Unidos. 1987.
- STAKE, E. **Investigación con estudios de casos**, Morata. Madrid: España. 1999.
- STRAUSS, A.L.; CORBIN, J. **Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada**. Universidad de Antioquia. Medellín: Colombia. 2002.

Anexos

Anexo 1. Hoja de reflexión de lectura

UNIVERSIDAD XXXXXXXXX

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES

HOJA DE REFLEXIÓN DE LECTURA

“¿POR QUÉ ES DIFÍCIL APRENDER QUÍMICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA?”

Nombre: _____ Fecha: _____

Lectura: _____

Responde los diferentes ítems que estructuran cada una de las fases que configuran esta hoja de reflexión. Ten en cuenta que las preguntas de la fase, antes de leer, deben ser desarrolladas sin haber realizado la lectura al documento titulado “¿Por qué es difícil aprender química en la educación secundaria?”.]

ANTES DE LEER

Interrogantes antes de la lectura:

- Lee el título del documento titulado, “¿Por qué es difícil aprender química en la educación secundaria?”, y construye una predicción acerca del contenido recogido en este.
- ¿Qué dificultades tuviste que superar para aprender los tópicos del currículum de la química en la escuela secundaria? Descríbelas.
- ¿Cuáles podrían ser las posibles dificultades con las que se puede enfrentar un estudiante de la escuela secundaria en el momento de aprender química? Descríbelas.

DURANTE LA LECTURA

Responde de manera comprensiva los interrogantes, para ello, puedes utilizar los siguientes instrumentos cognitivos: resumen, diagrama, mapa conceptual, etc.

- De manera general, el lenguaje de la ciencia y, en particular, el de la química se encuentran estructurados a partir de los siguientes tres niveles de representación: macroscópico, submicroscópico y simbólico. Teniendo en cuenta la anterior asunción, da un ejemplo de una experiencia de aprendizaje del currículum de la química que hayas vivido en la escuela secundaria, donde de forma consciente el profesor hizo uso de los tres niveles de representación. En caso de que no hayas tenido esta oportunidad de aprendizaje, construye una situación en la cual se vea claramente la existencia de manera diferenciada e integrada de cada uno de estos tres niveles de representación.

- ¿Qué dificultades podrían generarse en el proceso de enseñanza/aprendizaje de los tópicos del currículum de la química, el posible desconocimiento de los tres niveles de representación por parte del profesor?
- Construye una representación teórica la cual describa la manera como posiblemente los sujetos aprenden un tópico de la química.
- Da un ejemplo del aprendizaje de la química donde, como futuro profesor de esta disciplina, utiliza el “Modelo de procesamiento de la información” esquematizado por Johnstone (1991) en el documento que has leído.
- ¿Cuál sección del documento te llamó más la atención? Argumenta.
- ¿Cuál de estos interrogantes consideras que debe de ser clarificado durante la clase a través de la discusión colegiada?

DESPUÉS DE LA LECTURA

- ¿Qué elemento de la lectura recuerdas mejor y por qué?
- Compara las principales ideas que desarrolla el documento con los conceptos clave que ya tenía acerca del tema tratado. ¿Será que sus concepciones alternativas acerca del contenido abordado en la lectura han comenzado a cambiar? Explica.



FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM NÍVEL MÉDIO: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS

EDUCATION TEACHERS AT MIDDLE LEVEL: A CASE STUDY ON SCIENCE TEACHING

FORMACIÓN DE PROFESORES DE EDUCACIÓN MEDIA: UN STUDIO DE CASO SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Sofia Neumann*, Dulce Maria Strieder**

Cómo citar este artículo: Neumann, S., Strieder, D. M. (2018). Formação de professores em nível médio: um estudo de caso sobre o ensino de ciências. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 13(1), 120-132. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.12259>.

Resumo

O debate sobre a importância da formação de professores vem se configurando numa prática suscitada por teóricos que tratam sobre a importância do trabalho docente. Tal discussão abrange, além da formação continuada, a formação inicial, que pode ocorrer no âmbito dos cursos superiores de licenciatura ou em nível médio, no curso normal. O Colégio Estadual Humberto de Alencar Castelo Branco – Ensino Médio e Normal, do município de Santa Helena, região oeste do estado do Paraná, oferece o curso de Formação de Docentes da Educação Infantil e dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental em nível médio, na modalidade Normal. Procurando verificar se os educandos estão preparados para atuar na disciplina de Ciências nos Anos Iniciais, realizamos uma investigação, através de entrevistas com dez alunos egressos que trabalham em escolas da rede municipal. A investigação permitiu constatar que é necessária a reestruturação do curso em relação às aulas das disciplinas de Metodologia do Ensino e as políticas de distribuição de aulas para professores devem ser reavaliadas.

Palavras chaves: anos iniciais, disciplina de ciências, formação de docentes.

Recibido: 27 de junio de 2017; aprobado: 08 de noviembre de 2017

* Professora da Secretaria de Estado da Educação (SEED-PR). Mestre em Educação. Correio eletrônico: sofianzang@hotmail.com

** Professora da Universidade do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Doutora em Educação. Correio eletrônico: dulce.strieder@unioeste.br

Abstract

The debate about the importance of teacher education has been taking shape in a practice raised by theorists who deal with the importance of teaching work. This discussion covers, in addition to continued education, the initial training, that may occur at the undergraduate or high school in the "Normal" course. Humberto de Alencar Castelo Branco School - High School and Normal modality, in the municipality of Santa Helena, in the western region of the state of Paraná, offers the Training Course for Teachers of Early Childhood Education and Initial Years of Elementary School in the modality Normal. In order to verify if the students are prepared to act in the discipline of Sciences in the Initial Years, we carried out an investigation, through interviews with ten students who work in schools of the municipal network. Results showed that it is necessary to restructure the course in relation to the classes of the Teaching Methodology disciplines and the policies of distribution of classes for teachers should be re-evaluated.

Keywords: initial years, science teaching, teacher training.

Resumen

El debate sobre la importancia de la formación de profesores viene configurándose en una práctica suscitada por teóricos que tratan sobre la importancia del trabajo docente. Tal discusión abarca, además de la formación continuada, la formación inicial, que puede ocurrir en el ámbito de los cursos superiores de licenciatura o en el nivel medio en la modalidad de normales. El Colegio Estadual Humberto de Alencar Castelo Branco - Enseñanza Media y Normal, del municipio de Santa Helena, región oeste del estado de Paraná, ofrece el curso de Formación de Docentes de la Educación Infantil y de los de la educación básica y media, en la modalidad Normal. Buscando identificar si los estudiantes están preparados para actuar en la enseñanza de las ciencias en el nivel de educación básica, realizamos una investigación, a través de entrevistas con diez alumnos egresados que trabajan en escuelas de la red municipal. La investigación permitió constatar que es necesaria la reestructuración del curso en relación a las clases de las materias de Metodología de la Enseñanza, y también deben ser reevaluadas las políticas de distribución de clases para profesores.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias, educación básica, formación de profesores.



Atribucion, no comercial, sin derivados

[121]

Introdução

A formação de docentes era uma preocupação do fundador da didática moderna, Jan Amos Comenius (1592–1670), no século XVII e a primeira escola de formação de professores foi o estabelecimento de ensino São João Batista de La Salle, no ano de 1684, em Reims na França, (SAVIANI, 2008) denominado de “Seminário dos Mestres” (DUARTE, 1986 pp. 65-66). Entretanto, os cursos de formação de professores tiveram sua origem formal neste mesmo país no ano de 1794, no bojo da Revolução Francesa (SPOLIDORO; AUDY, 2008). No Brasil a escola normal pública elementar foi criada no Estado do Rio de Janeiro na cidade de Niterói, no ano de 1830, sendo inclusive a primeira da América Latina (BRASIL, 1992).

Apesar de sempre haver grandes expectativas por parte dos governantes, desde a criação destas escolas até hoje, a formação destes profissionais vem se constituindo num desafio, na história brasileira. Visando atender a demanda de capacitar os docentes para atuar em diferentes Níveis de Ensino da Educação Básica, diversas leis procuraram assegurar a formação de professores ao longo do tempo. Em diferentes regiões do território brasileiro foram criados cursos de formação inicial, tendo como objetivo capacitar profissionais para o exercício da docência.

Até a década de 1960, os cursos de Formação de Docentes em Nível Médio eram denominados de Normal. No ano de 1968, a reforma universitária e a reformulação da lei de ensino N° 5692 em 1971, que tratou do ensino de 1° e 2° graus, de caráter compulsório para profissionalização no segundo grau, remodelou o curso de Formação de Docentes num sentido tecnicista, empobrecendo o caráter humanista, o curso passou a denominar-se Magistério. No ano de 1996, foi aprovada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, N° 9394/96 e a partir desta foram viabilizados o curso Normal Superior, em Nível de Graduação.

Especificamente no Estado do Paraná, em 2004, os cursos de Formação Docente em nível médio

foram readmitidos e passaram a denominar-se Curso de Formação de Docentes para Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental, em Nível Médio, na modalidade Normal. Tais cursos possuem duração de quatro anos e, por se tratar de um curso integrado, além da conclusão de estudos neste nível de ensino, os alunos têm a oportunidade de uma formação profissional que visa capacitá-los para a docência da Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Entretanto, frente aos inúmeros dilemas da formação docente no Brasil, destacados por autores como BEHRENS (1996); HENGEMÜHLE (2007); IMBERNÓN (2010); NÓVOA (1997); PIMENTA (2005); VEIGA, VIANA (2012), além dos autores como ARIZA (2001); BIZZO (2002); CARVALHO, GIL-PÉREZ (2006), HARRES (1999), MALACARNE (2007) e STRIEDER (2007) que tratam da especificidade da formação para o ensino de Ciências, questionamo-nos: qual é o perfil de formação oferecido pelos cursos de formação docente em nível médio? E, remetendo-nos ao ensino de Ciências especificamente, qual a concepção de ensino de Ciências destes educandos ao final do seu processo de formação inicial?

Dessa forma, desenvolvemos a pesquisa que socializamos nesse espaço, procurando compreender elementos através de um estudo de caso junto a alunos egressos de um curso de Formação de Docentes em nível médio. Os instrumentos de pesquisa fizeram parte do Projeto de Pesquisa aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos (CEP) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Após sua aprovação, realizamos as entrevistas com dez alunos egressos que atuam nas escolas da rede municipal de ensino de Santa Helena. A investigação abarcou elementos gerais do curso e aspectos específicos de uma das disciplinas integrantes do currículo, a disciplina de Metodologia do Ensino de Ciências. Consideramos que a contribuição dos integrantes da pesquisa foi significativa para que pudéssemos compreender quais desafios do processo formativo podem interferir para um ensino que propicie aos

educandos do curso a apropriação de conteúdos. A partir da pesquisa, percebemos que apontam algumas dificuldades enfrentadas em sala de aula quanto ao ensino de Ciências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Dilemas do ensino de Ciências e da formação docente

A escola tem grande parte da responsabilidade de possibilitar à sociedade a apropriação do conhecimento científico e tecnológico desenvolvido pela humanidade. Neste espaço, o educador é o profissional responsável por mediar o processo ensino-aprendizagem. Conforme FOUREZ (2003), o educador representa para o aluno o agente humano capaz de mudar sua experiência nas tomadas de decisão ou atitudes em sala de aula.

A ação do professor contribui, assim, para que o aluno consiga discutir e expor suas ideias frente às situações vivenciadas, organizando e reelaborando seus pensamentos, aproximando-se do conhecimento científico. Nisso consiste à base da alfabetização científica, conforme apontam SASSERON, CARVALHO (2011): “Assim pensando, a alfabetização deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca” (p. 61). As autoras se referem à importância de desenvolver uma compreensão da realidade da qual os educandos fazem parte.

Nesse aspecto, o aluno em sala de aula, na busca por compreender a realidade, procura encontrar respostas para as suas perguntas e, a partir destas, se apropria do conhecimento científico. “[...] há um processo de construção de conhecimento, como um esforço racional, lógico, do sujeito compreender e interpretar a realidade” (GOULART, 2005, s.p.). O professor precisa auxiliar o educando a remodelar ideias superando distorções e, através do conhecimento científico, ter autonomia para discutir de forma crítica e responsável as diferentes situações que se estabelecem no cotidiano.

MORTIMER, SCOTT (2002, p. 284), se referem à aprendizagem como um processo de diferentes possibilidades que podem proporcionar o desenvolvimento integral dos educandos:

[...] o processo de aprendizagem não é visto como a substituição das velhas concepções, que o indivíduo já possui antes do processo de ensino, pelos novos conceitos científicos, mas como a negociação de novos significados num espaço comunicativo no qual há o encontro entre diferentes perspectivas culturais, num processo de crescimento mútuo.

Destacamos neste trabalho que o ensino de Ciências, em todos os níveis da Educação Básica, vem se configurando num desafio para os educadores que encontram dificuldade em fazer com que os educandos se apropriem do conhecimento científico, reformulando o conhecimento pré-existente. Nessa linha de pensamento, BASTOS et al. (2004, p. 45) afirmam ser necessário que o educador:

[...] esteja atento não apenas às ideias que os alunos possuem antes de serem ensinados, mas também às ideias que se estruturam ao longo do próprio processo de ensino; de fato, estas últimas podem ser representativas de distorção e, nesse caso, os alunos desenvolvem uma compreensão deformada dos conceitos, teorias e modelos propostos pela ciência.

O educador precisa estar atento ao processo de ensino e de aprendizagem, acompanhando o desenvolvimento dos educandos de forma a perceber distorções que precisam ser corrigidas durante o processo de ensino. O professor como mediador do processo ensino-aprendizagem deve levar o aluno a se apropriar do conhecimento científico, valorizando o conhecimento do aluno, que é baseado em sua experiência de vida, e oferecer a este a oportunidade de ampliar este conhecimento. Conforme destaca CHASSOT (2001, p. 31):

A nossa responsabilidade maior no ensinar Ciências é procurar que nossos alunos e alunas se transformem,

com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos. Sonhamos que, com o nosso fazer Educação, os estudantes possam tornar-se agentes de transformações – para melhor – do mundo em que vivemos.

Diante da diversidade cultural e dos valores presentes em sala de aula, o professor precisa discutir os conteúdos da disciplina de Ciências, respeitando as diferentes opiniões, porém apresentar aos educandos o conhecimento científico para que dele possam apropriar-se. Segundo RAZERA, NARDI (2006, s.p.) “[...] o ensino de Ciências deve possibilitar aos estudantes a percepção dos diferentes tipos de valores, individuais ou coletivos, tornando possível que entendam como os valores são gerados e chegam até eles por meio de diferentes discursos”.

Possibilitar que o educando se aproprie do conhecimento científico é relevante desde os primeiros anos de escolarização das crianças. O ensino da disciplina de Ciências deve oportunizar, desde cedo, aos cidadãos em formação, a se apropriarem do conhecimento produzido pela humanidade. De acordo com FRACALANZA, AMARAL, GOUVEIA (1986):

O ensino de ciências, entre outros aspectos, deve contribuir para o domínio das técnicas de leitura e escrita; permitir o aprendizado dos conceitos básicos das ciências naturais e da aplicação dos princípios aprendidos a situações práticas; possibilitar a compreensão das relações entre a ciência e a sociedade e dos mecanismos de produção e apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos; garantir a transmissão e a sistematização dos saberes e cultura regional e local (pp. 26-27).

Diante disso, o ensino de Ciências oportuniza à criança a compreensão das relações com a natureza, bem como, os recursos tecnológicos presentes no cotidiano de diferentes realidades, ampliando o conhecimento que possuem sobre o mundo e incorporá-lo a sua realidade. Segundo DRIVER *et al.* (1999):

[...] aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez mais apropriadamente denominada estudo da natureza – nem de desenvolver e organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender Ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender Ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento (p. 36).

Destacamos que o ensino de Ciências deve levar o educando a pensar sobre a realidade onde estão inseridos. Além disso, compreender que a ação do homem no mundo através do trabalho, promove a transformação da natureza e o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico.

Na atualidade, um novo desafio se estabelece para o professor: a presença maciça das Tecnologias de Informação e Comunicação no dia-a-dia dos alunos, e das escolas inseridas na era digital. Segundo BEHRENS (1996) “[...] a introdução das novas tecnologias de informação no processo ensino-aprendizagem significa a criação de novos meios de transmitir e construir conhecimentos” (p. 76). Porém a instalação de computadores nas escolas não é garantia de um ensino inovador, pois, para muitos educadores, empregar tais ferramentas ainda é um desafio. Nesse sentido, o educador precisa se apropriar dos conceitos que precisa trabalhar, dominar as metodologias e dos instrumentos a utilizar, considerar o conhecimento do aluno e auxiliá-lo a inserir-se na cultura da ciência. No processo de ensino-aprendizagem a atuação do professor é decisiva e, para tanto, a adequada formação inicial e continuada é essencial para sua prática pedagógica e para os resultados do processo na aprendizagem de Ciências.

O educador como o mediador entre o processo de ensino-aprendizagem precisa auxiliar o aluno a

se apropriar do conhecimento científico. Conforme LIBÂNEO (2001) o professor precisa de uma formação que o possibilite adquirir uma cultura geral ampla, para que seja capaz de aprender a aprender, capacidade de comunicação clara e objetiva, agir de forma adequada em sala de aula e que saiba articular os recursos tecnológicos e as modernas mídias em suas aulas. Nesse aspecto, podemos destacar a diversidade de bibliotecas virtuais onde podem ser acessados pelo professor atividades e livros virtuais para pesquisa do professor ou que sejam empregados em sala de aula.

A busca e utilização de instrumentos a favor da melhoria das ações no ensino dependem de uma boa formação inicial e continuada. Dessa forma, o professor precisa estar em constante aperfeiçoamento, pois necessita se adequar as mudanças que ocorrem na sociedade, auxiliando o educando a compreender as transformações nela ocorridas, ampliando o conhecimento, superando os conceitos que não foram bem compreendidos.

Em busca da melhoria da educação de forma ampla, inclusive do ensino de Ciências em condições de formar para a cidadania, as reformas educacionais implementadas nas últimas décadas do século XX e primeiros anos do século XXI, interferiram também na legislação relativa à formação de professores. Entretanto, a carência na formação docente prejudicou e continua a dificultar a implantação de inúmeros projetos e propostas de inovação, trazendo constantes desafios para a ação em sala de aula e distancia a aprendizagem em Ciências daquela almejada.

O ensino de Ciências na concepção de alunos de um curso de Formação de Docentes em Nível Médio

Neste espaço faremos uma descrição e discussão de dados obtidos junto a alunos egressos (professores em atuação) do curso de Formação de Docentes

da Educação Infantil e dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental em Nível Médio, na modalidade Normal, ofertado pelo Colégio Estadual Humberto de Alencar Castelo Branco – Ensino Médio e Normal localizado no município de Santa Helena. População estimada de 25.159 pessoas (IBGE, 2010) e Índice de Desenvolvimento Humano¹ (IDH) de 0,74 (superior ao da média brasileira que é de 0,73) (IBGE, 2010), localizado no oeste do estado do Paraná, região de economia baseada na agricultura, tendo 1.350 km² de sua área total banhada pelo lago da Usina Hidrelétrica de Itaipu (BRASIL, s.d.).

Em se tratando da formação inicial para o exercício da docência na Educação Infantil e Anos Iniciais em Nível Médio, o Colégio Estadual Humberto de Alencar Castelo Branco, no ano de 1983, passou a ofertar o curso de Magistério e, por determinação da Secretaria Estadual de Educação (SEED) do Paraná, em 1996 o colégio realizou a matrícula da última turma. Em agosto de 2003 um grupo de educadores discute a proposta de retorno e ampliação dos cursos de formação de professores em cursos de Nível Médio no Estado do Paraná. Tal discussão é consolidada em 2004 com a abertura, no estado do Paraná, de 31 novos cursos, posteriormente, no ano de 2005 foram 41 novos cursos e em 2006 mais 27, entre eles o curso aqui investigado (BRASIL, 2006).

Para a realização da pesquisa, foram entrevistados dez alunos egressos que atuam na docência dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, nas escolas da rede municipal de Santa Helena. As entrevistas foram elaboradas com um roteiro semiestruturado, segundo método descrito por BOGDAM, BIKLEN (1994), com questões abertas que permitiram aos entrevistados manifestar-se livremente sobre as questões abordadas. A investigação se baseou nos parâmetros da pesquisa numa abordagem qualitativa, conforme MINAYO (2006).

Durante a pesquisa com alunos egressos do curso de Formação de Docentes que atuam em sala de aula nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental,

1. O IDH serve como medida para avaliar a qualidade de vida da população, combinando a esperança de vida ao nascer, acesso a educação e a distribuição per capita de renda.

foram realizadas dez entrevistas audiogravadas e, na sequência, transcritas. Para preservar a identidade dos participantes da pesquisa, nos referimos a eles como alunos egressos, identificados com a sigla AE1 até AE10, totalizando o universo de alunos egressos entrevistados. Entre estes dois são do sexo masculino e oito do sexo feminino.

Concepções de ensino de Ciências dos alunos egressos

Nas entrevistas, inicialmente questionamos os alunos egressos sobre as experiências significativas que tiveram durante o tempo que frequentaram o curso. As respostas obtidas foram classificadas em três categorias apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 1. Experiências vivenciadas no curso de Formação de Docentes.

| Categorias | Entrevistados |
|--------------------|---|
| Regências | AE 2, AE 4, AE 5, AE 6, AE 7, AE 8, AE 9, AE 10 |
| Trabalho em equipe | AE 1 |
| Formação humana | AE 3 |

Fonte: As autoras.

A maioria dos educandos considerou o período de contato direto com escolas, via Regências, como os momentos mais significativos para a sua formação. Nesse sentido destacamos que as práticas pedagógicas se estabelecem no eixo articulador que garantirá espaço e tempo para a efetivação da relação e contextualização entre saberes e fenômenos, objetos de estudo das ciências ou área de conhecimento (BRASIL, 2006). Nesse momento, orientados pelo professor de Prática de Formação, os alunos observam a turma onde o trabalho será realizado, elaboram seus planos de trabalho docente (PTD) e ministram as aulas conforme cronograma estabelecido. Ao final do período da regência, o desempenho dos alunos é discutido com o professor regente da disciplina de Prática de Formação e o professor regente da

turma onde o trabalho foi desenvolvido, ambos analisam o desempenho dos alunos nas diferentes situações vivenciadas durante o período da regência.

Nesse ponto da pesquisa os alunos se referiram aos aspectos positivos da formação para o ensino de Ciências, proporcionados pelo curso de Formação de Docentes.

Quadro 2. Aspectos positivos da formação para o ensino de Ciências.

| Categorias | Entrevistados |
|---|--|
| Atividades práticas | AE 2, AE 3, AE 4, AE 5, AE 6, AE 7, AE 9 |
| Seminários e passeios | AE 2, AE 3, AE 4, AE 5 |
| Elaboração de planos de aula | AE 1, AE 5, AE 7, AE 10 |
| Observações | AE 5 |
| Discussão teórica | AE 7 |
| Vídeos e filmes | AE 9 |
| Desenvolvimento de projeto sobre Educação ambiental | AE 10 |
| Diferentes metodologias | AE 6 |
| Não recorda | AE 8 |

Fonte: As autoras.

É importante ressaltar que a disciplina de Metodologia do Ensino de Ciências é trabalhada na quarta série do curso, com duas aulas semanais, totalizando 80 horas/aula de formação durante o curso. Quanto ao encaminhamento metodológico da disciplina de Metodologia do Ensino de Ciências, a Proposta destaca que:

O ensino de ciências, numa perspectiva histórica, deve convergir para o domínio do saber científico historicamente acumulado, por meio de uma abordagem crítica e problematizadora de questões oriundas da prática social vivenciada pelos(as) alunos(as) que lhes permitem romper com a visão fragmentada do mundo [...] (BRASIL, 2008, p. 178).

Destacamos que o trabalho desenvolvido pelo professor formador empregando diferentes metodologias estimula a percepção dos docentes em formação acerca de ações viáveis e facilitadoras da

aprendizagem das crianças. A elaboração de planos de aula e os seminários e passeios realizados durante o curso também foram lembrados por alguns entrevistados. O trabalho desenvolvido pelo professor formador empregando diferentes metodologias pode possibilitar ao educando perceber que para o ensino de Ciências o professor pode empregar diferentes recursos e metodologias.

Os alunos se referiram aos aspectos negativos da formação para o ensino de Ciências proporcionado pelo curso de Formação de Docentes, sendo estimulados neste momento a justificar o aspecto elencado.

A insuficiente carga horária da disciplina para trabalhar todos os conteúdos necessários foi o aspecto

negativo do curso mais mencionado. Associado a tal aspecto, os alunos mencionaram que alguns conteúdos foram trabalhados em uma carga horária excessivamente extensa enquanto outros estiveram totalmente ausentes. Nesse sentido, o professor formador precisa realizar um esforço para selecionar os conteúdos mais relevantes da disciplina equilibrando a extensão e a profundidade com que cada tema é abordado.

Por fim, após falar sobre a formação para o ensino de Ciências, os entrevistados foram estimulados a tecer sugestões para uma possível reformulação da disciplina de Metodologia do Ensino de Ciências, almejando uma melhor formação docente no curso por eles realizado.

Quadro 3. Aspectos negativos da formação para o ensino de Ciências.

| Categorias | Entrevistados | Falas representativas |
|---|-------------------------------|--|
| Carga horária insuficiente e metodologias inadequadas | AE 3, AE 5, AE 7, AE 8, AE 10 | Apenas duas aulas semanais [...] fizemos alguns passeios não tivemos nem um trabalho com vivência de experiências. (AE 3). |
| Falta de atividades práticas | AE 1, AE 4 | [...] não teve muita prática, foi mais teoria. Tinha as atividades que a gente fazia, que era fazer resumos. (AE 4). |
| Pouco contribuiu com a formação | AE 2 | A formação de Ciências foi bem fraca, não aprendi quase nada pra fazer alguma coisa na prática. |
| Não apontou | AE 6, AE 9 | |

Fonte: As autoras.

Quadro 4. Sugestões para a disciplina de Metodologia do Ensino de Ciências

| Categorias | Entrevistados | Falas representativas |
|--|------------------------------|--|
| Atividades práticas | AE 2, AE 4, AE 5, AE 6, AE 8 | Fazer uma experiência, um trabalho diferente e não ficar só lendo apostila, levar eles fazer uma prática, fazer um plano de aula (AE 8). |
| Elaboração de material didático | AE 1, AE 7 | Além da teoria e elaboração de planos de aula, a elaboração de material (AE 1). |
| Aumento da carga horária e laboratório | AE 9, AE 10 | Aumento da carga horária e laboratório de Ciências (AE 9). |
| Curso em período integral | AE 3 | Em um período trabalhar as disciplinas do Ensino Médio e no outro período apenas as disciplinas do curso de Formação. |

Fonte: As autoras.

Entre os aspectos abordados, a elaboração de materiais pedagógicos para o efetivo trabalho com educandos da Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental foi citada. Esta ação está prevista na proposta do curso: “[...] a Prática de Formação deverá possibilitar ao aluno, além da ação docente, a elaboração de materiais didáticos, a seleção adequada dos mesmos, o desenvolvimento de metodologias adequadas para um bom desempenho” (BRASIL, 2008, p. 217). O aumento da carga horária da disciplina no curso e a instalação de um laboratório de Ciências na escola para a realização de experiências durante as aulas foram outra vez mencionados pelos alunos egressos. Um integrante afirmou que o curso deveria ser em período integral. Ressaltamos que esta proposta já vem sendo discutida pela SEED.

Ao final da entrevista, os alunos egressos podiam fazer outras considerações sobre o curso de formação e o ensino de Ciências que considerassem importantes. Neste momento foi destacado que o ensino de Ciências é importante e foi sugerido que as escolas de maneira geral dessem um enfoque maior no ensino desta disciplina. Nesse aspecto, destacamos que o curso de Formação de Docentes os habilita para o trabalho polivalente nos Anos Iniciais e, desta forma, conforme ARAMAN, BATISTA (2005), estes professores necessitam de uma formação que os prepare para atender as diferentes situações com as quais se deparam no exercício diário, não é possível priorizar mais uma área que outra. Embora a formação inicial seja importante para o desenvolvimento profissional, ressaltamos a necessidade de formação continuada.

Os entrevistados apontaram que, em sala de aula, procuram realizar um trabalho onde possam possibilitar aos alunos dos Anos Iniciais o desenvolvimento de cidadãos responsáveis frente aos diferentes desafios, adotando, por exemplo, hábitos de higiene saudáveis e cuidados com os recursos naturais. Mencionaram o emprego de diferenciadas metodologias pelos professores formadores e também na própria atuação no efetivo trabalho docente

realizado, com o objetivo de atender a diversidade presente em sala de aula. Consideraram as vivências práticas realizadas através das regências como momentos significativos para sua formação, pois nestes momentos orientados por um professor formador tiveram a oportunidade de discutir teoria e prática e, dessa forma, puderam perceber como poderiam melhorar sua prática pedagógica.

A falta de material pedagógico, livro didático e o laboratório de Ciências nas escolas foi mencionado várias vezes pelos alunos egressos. Nesse aspecto, podemos destacar o trabalho de GNOATTO, RIPPLINGER (2014) que se refere ao Departamento Educacional da Associação dos Municípios do Oeste do Paraná (AMOP), que produz e socializa material didático pedagógico, porém observamos que nem todos os professores empregam estes materiais. O Departamento também organiza seminários, grupos de estudos, reuniões das equipes de ensino, onde são discutidos os conteúdos das diferentes disciplinas da Educação Infantil e dos Anos Iniciais, dos quais os professores têm a oportunidade de participar visando sua formação continuada.

O aumento da carga horária das disciplinas do curso e do período de regência é mencionado, nesse aspecto, podemos destacar que consideram a necessidade de ampliar a formação inicial, porém como curso integrado, as demais disciplinas da Grade Nacional Comum também precisam ser trabalhadas. Nesse sentido, destacamos que as dificuldades de formação nas diferentes disciplinas devem ser discutidas pela coordenação e docentes do curso de formação. Entretanto, as dificuldades também podem ser superadas pela formação continuada de professores, conforme mencionada por alguns dos educadores que buscam nestes cursos melhorar sua prática pedagógica.

Considerações finais

Dos relatos dos alunos egressos na pesquisa realizada, nem todas foram trazidas para o presente texto, porém nestes, podemos identificar alguns elementos do pensar sobre o ensino de Ciências. Retomando

o objetivo de traçar aspectos característicos do perfil de formação oferecido pelo curso de Formação de Docentes da Educação Infantil e dos anos iniciais do Ensino Fundamental do Colégio Estadual Humberto de Alencar Castelo Branco Ensino Médio e Normal, do município de Santa Helena, destacamos que a maioria dos educandos considerou que o curso prepara para o exercício da docência e que a disciplina de Metodologia do Ensino de Ciências contribuiu com a sua formação para o ensino de Ciências. Entretanto, alguns entrevistados consideraram que não se sentem preparados para o exercício da docência e afirmaram que precisam de experiência e necessitam estudar para que consigam se apropriar dos conteúdos e das metodologias adequadas para o ensino dos mesmos. Nesse aspecto podemos considerar que estes educadores têm consciência da necessidade de buscar, através da formação continuada ou curso de Licenciatura, ampliar sua formação e melhorar sua prática pedagógica. Nesse sentido, nos referimos ao Art. 62-A, parágrafo único da Lei Nº 12.796/13 que trata da garantia da formação inicial e continuada de professores.

Em se tratando da contribuição do curso de Formação de Docentes, os relatos dos educandos através da pesquisa nos possibilitou perceber alguns pontos que precisam ser melhorados.

Um dos aspectos levantados pelos alunos foi a falta de planejamento de alguns professores que trabalharam a disciplina Metodologia do Ensino de Ciências, pois estes priorizaram alguns conteúdos em detrimento de outros que foram tratados de forma superficial, o que dificultou a apropriação de muitos conteúdos pelos alunos. Consideramos que deve haver, por parte da coordenação de curso, uma orientação para que o docente formador reorganize seu Plano de Trabalho Docente (PTD) priorizando o equilíbrio entre a extensão e o aprofundamento dos conteúdos a serem abordados.

A falta de metodologias diversificadas e atividades práticas para o ensino dos conteúdos da disciplina de Ciências foi outro ponto que os educandos elencaram. Ressaltamos que o emprego de diferentes metodologias pode tornar o ensino

mais significativo. Nesse sentido, destacamos que os educandos precisam ser estimulados pelo professor formador a desenvolver atividades de pesquisa em livros, revistas e na internet através de bibliotecas virtuais onde são encontradas atividades e ou propostas pedagógicas que podem enriquecer o ensino da disciplina de Ciências.

Quanto à questão de estrutura e recursos disponíveis para o ensino de Ciências, os alunos se referem à falta de um laboratório de Ciências para a realização de experiências e de material pedagógico para que os educandos possam vivenciar o trabalho desenvolvido. Destacamos que alguns educadores e educandos acreditam que o ensino de Ciências somente terá eficácia se os alunos tiverem a oportunidade de agir como um “mini cientista” remetendo a um perfil de ensino enfatizado nas décadas de 1950 e 1960, em que a metodologia predominantemente defendida era a experimentação com o uso do laboratório. Certamente que um laboratório bem estruturado tem potencial de contribuir com o ensino de Ciências, entretanto, não é uma garantia de aprendizagem. O professor pode desenvolver atividades de pesquisa e experimentação com seus alunos, mesmo sem um moderno laboratório de Ciências, reunindo materiais que permitem realizar experiências a serem desenvolvidas em sala de aula. Além disso, podem ser desenvolvidas atividades no pátio da escola e horta escolar que se constituem laboratórios vivos de Ciências, onde os alunos podem observar os tipos de solo, pequenos insetos e a flora presentes nestes espaços. Uma aula de qualidade também pode ser desenvolvida sem o uso da experimentação.

Outro ponto destacado pelos educandos foi a falta de criatividade de alguns professores, além disso, não fazem a relação entre teoria e prática. Neste aspecto podemos destacar que a formação continuada dos professores formadores pode contribuir e deve ser uma prática de todos educadores ao longo de sua profissão. Conforme aponta KRASILCHIK (1987) a formação continuada de professores é necessária, pois nestes momentos os educadores podem corrigir lacunas deixadas

durante a formação inicial e permitem que os professores tenham a oportunidade de refletir sobre a sua prática pedagógica.

Analisando os aspectos abordados através da pesquisa, percebemos haver uma semelhança com aqueles apontados por KRASILCHIK (1987) ao se referir a alguns fatores que vem influenciando negativamente o ensino de Ciências. Entre eles destaca: a deficiente preparação de professores; programas de guias curriculares; baixa qualidade dos livros didáticos; ausência de laboratório nas escolas; falta de equipamento ou de material para as aulas práticas; barreiras criadas pela administração das escolas; elevada carga de trabalho dos professores e falta de assistência técnica para preparação e organização de material. A autora também aponta problemas enfrentados no ensino de Ciências. Dessa forma, faz referência a: memorização de fatos; falta de vínculo com a realidade dos alunos; inadequação à idade dos alunos; falta de coordenação com as diferentes disciplinas; aulas mal ministradas e passividade dos alunos. Destacamos que passaram três décadas da fala da autora e muitas das dificuldades enfrentadas pelos educadores ainda continuam similares.

Destacamos que a informação dada pelos entrevistados de que não se consideram preparados para o exercício da docência é relevante, pois se, por um lado, indica os limites do curso realizado, por outro indica que o grupo tem consciência da necessidade de buscar através de curso superior ou da formação continuada melhorar sua prática educativa.

As diferentes questões apontadas neste estudo nos possibilitaram refletir sobre a formação para o ensino de Ciências dos Anos Iniciais proporcionada no curso de Formação de Docentes em Nível Médio, ofertado pelo Colégio Estadual Humberto de Alencar Castelo Branco – Ensino Médio e Normal no município de Santa Helena. Neste, percebemos aspectos positivos e negativos do trabalho pedagógico realizado, desafios e possibilidades no processo de ensino e de aprendizagem da disciplina de Metodologia do Ensino de Ciências durante o período de formação inicial.

Referências

- ARAMAN, E.M.O.; BATISTA, I.L. A formação de professores de ciências para as séries iniciais: uma integração de referenciais. In: **Atas do Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru: Abrapec, 2005. Disponível em: <www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/1/doc/p149.doc>. Acesso em: 14 de jan. de 2014.
- BASTOS, F. et al. Da Necessidade de uma Pluralidade de Interpretações Acerca do Processo de Ensino e Aprendizagem de Ciências: revisitando os debates sobre Construtivismo. In: NARDI, R.; BASTOS, F.; DINIZ, R.E.S. (orgs.). **Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores**. Escrituras. São Paulo: Brasil, pp. 9-55. 2004. Disponível em: <http://licenciaturas.files.wordpress.com/2009/10/texto1_praticas.pdf>. Acesso em: 19 de abr. de 2014.
- BEHRENS, M.A. **A formação continuada dos professores e a prática pedagógica**. Champagnat. Curitiba: Brasil. 1996.
- BOGDAM, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução a teoria e aos métodos**. Porto Editora. Porto: Brasil. 1994.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971**. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5692.htm>. Acesso em: 3 de jan. 2014.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 2 de jan. de 2014.
- BRASIL. **Proposta Curricular do Curso Magistério**. Secretaria de Estado da Educação. Departamento do Ensino de 2º Grau. Curitiba: Brasil. 1992.
- BRASIL. **Proposta Pedagógica Curricular do Curso de Formação de Docentes da Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental, em**

- Nível Médio, na modalidade Normal.** Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Departamento de Educação Profissional. Curitiba: SEED – PR, 2006.
- BRASIL. **Fundamentos teóricos – Metodológicos das disciplinas da proposta pedagógica curricular, do curso de formação de docentes – Normal, em Nível Médio.** Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Departamento de Educação Profissional. Curitiba. 2008.
- BRASIL. **IBGE.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=412350&idtema=118&search=parana|santa-helena|C3%8Dndice-de-desenvolvimento-humano-municipal-idhm->. Acesso em: 4 de nov. de 2014.
- BRASIL. ITAIPU BINACIONAL. **Reservatório.** Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/energia/reservatorio>>. Acesso em: 27 de maio de 2015.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Paraná - Santa Helena:** Índice de desenvolvimento humano – idhm. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=412350&idtema=118&search=parana|santa-helena|C3%8Dndice-de-desenvolvimento-humano-municipal-idhm->>. Acesso em: 4 de nov. de 2014.
- CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências.** 8. ed. Cortez. São Paulo: Brasil. 2006.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** Ed. Unijuí. Ijuí, RS: Brasil. 2001.
- DRIVER, R. *et al.* Construindo o Conhecimento Científico na Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, n. 9, pp. 31-40, 1999.
- DUARTE, S. G. **Dicionário brasileiro de educação.** Antares/Nobel. Rio de Janeiro: Brasil. 1986.
- FOUREZ, G. Crise no Ensino de Ciências? In: **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, pp. 109-123. 2003. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID99/v8_n2_a2003.pdf>. Acesso em: 19 de abr. de 2014.
- FRACALANZA, H.; AMARAL, I.; GOUVEIA, M.S.F. **O ensino de ciências no primeiro grau.** Atual. São Paulo: Brasil. 1986.
- GNOATTO, E.; RIPPLINGER, H.M.G. Formação de professores da rede municipal, na região oeste do Paraná – da criação do departamento de educação da AMOP à produção de cadernos pedagógicos. XII EPREM – **Encontro Paranaense de Educação Matemática.** Campo Mourão, 04 a 06 de setembro de 2014. Disponível em: <http://sbemparana.com.br/arquivos/anais/epremxii/ARQUIVOS/RELATOS/atores/REA020.PDF>>. Acesso em: 22 de dez. de 2014.
- GOULART, S.M. História da ciência: elo da dimensão transdisciplinar no processo de formação de professores de ciências. In: LIBÂNEO, J.C.; SANTOS, A. (orgs.). **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade.** Alínea. Campinas, SP: Brasil. 2005. Disponível em: http://www.ufrj.br/leprans/arquivos/Historia_Ciencia_Elo_.pdf>. Acesso em: 26 de dez. de 2014.
- HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. In: **Investigações em Ensino de Ciências** – V4(3), 1999. p. 197-211.
- HENGEMÜHLE, A. **Formação de professores:** da função de ensinar ao resgate da educação. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.
- IMBERNÓN, F. **Formação continuada de professores.** Tradução PADILHA, J. S. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo de ciências.** São Paulo: EPU: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.
- LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora?:** novas exigências educacionais e profissão docente. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento: Pesquisa qualitativa em saúde.** 9. ed. revista e aprimorada. Ed. Hucitec. São Paulo: Brasil. 2006.
- MORTIMER, E.F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas aulas de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigação**

- em ensino de Ciências** v. 3, pp. 283-306, 2002. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n3/v7_n3_a7.htm>. Acesso em: 14 de abr. de 2014.
- NÓVOA, A. **Os professores e sua formação**. Lisboa: D. Quixote, 1997.
- PIMENTA, S. G. **O estágio na formação de professores: unidade teoria e prática?** São Paulo: Cortez, 2005.
- RAZERA, J.C.C.; NARDI, R. Ética no ensino de ciências: responsabilidades e compromissos com a evolução moral da criança nas discussões de assuntos controvertidos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, s.p. 2006. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol11/n1/v11_n1_a3.html>. Acesso em: 2 de mar. de 2014.
- SASSERON, L.H.; CARVALHO, A.M.P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, pp. 59-77, 2011. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf>. Acesso em 20 de jan. de 2015.
- SAVIANI, D. **A pedagogia no Brasil: história e teoria**. Autores Associados. Campinas, SP: Brasil. 2008.
- SPOLIDORO, R.; AUDY, J. **Parque científico e tecnológico da PUCRS: TECNOPUC**. EDIPUCRS. Porto Alegre: Brasil. 2008.
- VEIGA, I. P. A.; VIANA, C. M. Q. Q. Formação de professores: um campo de possibilidade inovadoras. VEIGA, I. P. A.; SILVA, E. F. in: **A escola mudou: que mude a formação de professores**. 3 ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.



LA TEORÍA DE LOS CONJUNTOS-T Y LA PRUEBA PISA

THE THEORY OF *CONJUNTOS-T* AND THE PISA TEST

A TEORIA DOS CONJUNTOS-T E A PROVA PISA

Ricardo J. De Armas*, David Macías M.**, Ricardo A. Bernal B.***

Cómo citar este artículo: De Armas, R. J.; Macías M. y D., Bernal B., R. A. (2018). La teoría de los conjuntos-T y la prueba PISA. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 13(1), 133-140. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.11454>.

Resumen

En este artículo de reflexión documentada se presentan algunos elementos de una nueva teoría que estudia cómo los distintos agentes (maestros, investigadores, pedagogos, etc.) e instituciones que forman parte del sistema educativo, configuran ambientes para el desarrollo de las habilidades cognitivas de los sujetos. Se trata de la teoría de los conjuntos-T propuesta por los autores del artículo a mediados del año 2012, para desarrollar habilidades matemáticas en los estudiantes; teoría que puede generalizarse al desarrollo de habilidades en otras áreas de conocimiento. Se ilustra, además, por medio de un ejemplo, cómo puede ser usada para desarrollar habilidades contemporáneas básicas demandadas por las economías modernas en los sujetos y que son monitoreadas en varios países por programas como PISA de la OCDE.

Palabras clave: actividades de aprendizaje, conjuntos-T, habilidades cognitivas, prueba PISA, sistema educacional.

Recibido: 12 de enero de 2017; aprobado: 27 de octubre de 2017.

* Docente investigador, Departamento de Matemáticas Universidad Central, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: rde_armasc@ucentral.edu.co

** Docente investigador, Departamento de Matemáticas Universidad Central, Bogotá, Colombia Correo electrónico: dmaciasm@ucentral.edu.co

*** Docente investigador, Departamento de Matemáticas Universidad Central, Bogotá, Colombia Correo electrónico: rbernalbu@gmail.com

Abstract

In this article of documented reflection, some elements of a new theory are showed that study how the different agents (teachers, researchers, pedagogues, ...) and institutions that are part of the educational system, configure environments for the development of the cognitive abilities of subjects. It is the theory of *Conjuntos-T* proposed by the authors of the article in mid-2012 to develop students' mathematical skills; the theory that can be generalized to the development of skills in other areas of knowledge. It also illustrates, by way of example, how it can be used to develop basic contemporary skills demanded by modern economies in subjects and that is monitored in several countries by programs such as the PISA from OECD.

Keywords: learning activities, conjuntos-T, cognitive skills, PISA test, educational system.

Resumo

Este artigo de reflexão documentada apresenta alguns elementos de uma nova teoria que estuda como os diferentes agentes (professores, pesquisadores, pedagogos, etc.) e instituições que fazem parte do sistema educacional, propiciam ambientes para o desenvolvimento das habilidades cognitivas dos sujeitos. Trata-se da teoria dos conjuntos-T proposta pelos autores deste artigo a meados de 2012, a fim de desenvolver habilidades matemáticas nos estudantes; teoria que pode ser generalizada ao desenvolvimento de habilidades em outras áreas do conhecimento. Ilustra-se, além disso, por meio de um exemplo, como pode ser utilizada para desenvolver habilidades contemporâneas básicas exigidas pelas economias modernas nos sujeitos e que são monitoradas em vários países por programas como o PISA da OCDE.

Palavras chaves: atividades de aprendizagem, conjuntos-T, habilidades cognitivas, prova PISA, sistema educacional.



Atribucion, no comercial, sin derivados

Introducción

El mundo está cambiando muy rápido, las sociedades contemporáneas demandan de ciudadanos que dispongan de ciertas habilidades cognitivas en ciencias, matemáticas y comprensión lectora que les permitan entrar, sin desventajas, al mercado laboral. En este escenario, se hace necesario responder preguntas sobre el sistema educativo colombiano, como: ¿Los espacios y escenarios académicos del sistema educativo desarrollan el pensamiento científico en los estudiantes?; es decir, ¿pueden los estudiantes al salir del sistema educativo: explicar fenómenos, interpretar datos y diseñar experimentos?, y ¿los estudiantes al salir del sistema educativo cuentan con las habilidades básicas con las cuales puedan reproducir sus conocimientos, extrapolarlos y aplicarlos en situaciones poco familiares, dentro y fuera de la escuela?; entre otras.

Una prueba internacional que mide las habilidades contemporáneas es PISA. En el último informe (OCDE, 2016), Colombia mostró una leve mejoría en ciencias, comprensión lectora y matemáticas con respecto a los resultados anteriores, pero sigue estando muy por debajo del promedio. Se podría pensar que algunas políticas del Gobierno en esta materia estarían incidiendo en los mismos sin hablar todavía de una tendencia. En este trabajo se presenta una nueva teoría: *conjuntos-T*, que podría incidir de manera positiva en los resultados de la prueba PISA si los distintos agentes (maestros, investigadores, pedagogos, etc.) del sistema educativo la implementan de manera adecuada.

El artículo se organizó de la siguiente manera: en la sección 1, se revisan las habilidades básicas que demandan las economías modernas en los sujetos; en la sección 2, se analiza el fracaso del sistema educativo colombiano en la prueba PISA; en la sección 3, se estudian los *conjuntos-T*; en la sección 4, se ilustra cómo usar la teoría, y en la última sección, se plantean las conclusiones.

Habilidades contemporáneas para las economías modernas

El sistema educativo tiene entre sus múltiples finalidades integrar a las personas en la sociedad en cuatro grandes ámbitos:

- El del saber.
- El del saber hacer.
- El del saber convivir.
- El del saber ser y estar.

El primero corresponde a la adquisición de la información y del conocimiento; el segundo, al desarrollo de las habilidades y destrezas; el tercero, al buen funcionamiento con los otros, y el último, a las actitudes y los valores (AZNAR, 2010).

La teoría de los conjuntos-T se sitúa en el ámbito del saber hacer, es decir, en lo concerniente al desarrollo de habilidades y destrezas de los individuos por parte de los agentes del sistema educativo (maestros, investigadores, pedagogos, etc.) y de las instituciones. Por eso, se interesa en responder preguntas como las siguientes: ¿Cuáles son las habilidades contemporáneas que debe desarrollar el sistema educativo?; ¿qué sucede cuando un individuo adolece de las habilidades básicas contemporáneas?, y ¿el sistema educativo colombiano desarrolla las habilidades que requieren las economías modernas?, entre otras.

Desde una perspectiva del bienestar, las economías modernas recompensan a los individuos no por lo que saben sino por lo que hacen con lo que saben. Cuando las personas provienen de una familia de bajos recursos económicos, y la única oportunidad en la vida es la educación, al no recibir las habilidades básicas, no tendrán salvación laboral siendo abandonados y condenados a la marginalización; entrarían al mercado laboral sin las herramientas que se requieren. Es por esto que desarrollar el pensamiento científico se ha vuelto esencial hoy en día aún si el sujeto no elige una carrera relacionada con las ciencias, la matemática y la comprensión lectora (OCDE, 2010).

El fracaso del sistema educativo colombiano

La prueba del Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos (PISA, por su sigla en inglés), lanzada en 1977, es una prueba que aplica cada tres años la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en aproximadamente 70 países a muestras de más de 500.00 estudiantes de 15 años (límite de la educación obligatoria). Esta prueba mide entre otras habilidades contemporáneas si un estudiante puede:

- Reproducir su conocimiento aplicándolo en situaciones problemáticas poco familiares, dentro y fuera de la escuela.
- Explicar fenómenos científicos.
- Interpretar datos.
- Diseñar experimentos.

Las tablas de la 1 a la 3 contienen los resultados de la prueba PISA de 2009, 2012 y 2015, respectivamente. En cada una de ellas se ilustran: los tres primeros puestos, el último puesto y las posiciones de Colombia.

Tabla 1. Resultados prueba PISA 2009.

| Competencia en ciencia | | Comprensión lectora | | Competencia en matemáticas | |
|------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| 1 | Shanghái | 1 | Shanghái | 1 | Shanghái |
| 2 | Finlandia | 2 | Corea | 2 | Finlandia |
| 3 | Corea | 3 | Finlandia | 3 | Corea |
| 56 | Colombia | 52 | Colombia | 59 | Colombia |
| 65 | Kirguistán | 65 | Kirguistán | 65 | Kirguistán |

Fuente: ICFES, 2010.

Tabla 2. Resultados prueba PISA 2012.

| Competencia en ciencia | | Comprensión lectora | | Competencia en matemáticas | |
|------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| 1 | Shanghái | 1 | Shanghái | 1 | Shanghái |
| 2 | Hong Kong | 2 | Hong Kong | 2 | Hong Kong |
| 3 | Singapur | 3 | Singapur | 3 | Singapur |
| 57 | Colombia | 54 | Colombia | 59 | Colombia |
| 62 | Perú | 62 | Perú | 62 | Perú |

Fuente: ICFES, 2013.

Tabla 3. Resultados prueba PISA 2015.

| Competencia en ciencia | | Comprensión lectora | | Competencia en matemáticas | |
|------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| 1 | Singapur | 1 | Singapur | 1 | Singapur |
| 2 | Japón | 2 | Hong Kong | 2 | Hong Kong |
| 3 | Estonia | 2 | Canadá | 3 | Macao |
| 57 | Colombia | 54 | Colombia | 61 | Colombia |
| 70 | Rep. Dominicana | 70 | Kosovo Líbano | 70 | Rep. Dominicana |

Fuente: OCDE, 2016.

Estos datos muestran el fracaso del sistema educativo colombiano con el desarrollo de las habilidades requeridas por las economías modernas. Algunas causas dadas por expertos en la materia se listan a continuación:

- Para el chileno BRUNER (2013), los niños de hogares de menores ingresos están recibiendo una educación deficitaria (políticas estatales inadecuadas); lo más grave es que estas habilidades están siendo mal formadas durante la etapa escolar. La comprensión lectora, el manejo numérico y el razonamiento, que es lo que el colegio debería estar formando en el plano de lo cognitivo, son muy débiles.
- Se hace demasiado énfasis en lo memorístico y en un uso exagerado de fórmulas sin contexto; los métodos pedagógicos son inapropiados y las asignaturas son dictadas de forma independiente (LINARES, 2013).
- Para DE ZUBIRÍA (2014), el sistema educativo colombiano está diseñado para transmitir múltiples informaciones desarticuladas, los jóvenes adquieren muy pocos conceptos de las ciencias sociales, ciencias naturales y de la matemática. "Es por ello que cuando son evaluados en lectura, en conceptos científicos y en resolución de problemas, América Latina se ubica en la cola del mundo y Colombia, sigue peleándose el último lugar".

Los conjuntos-T

Para desarrollar habilidades en los sujetos (en cualquier sistema educativo y modelo

económico) se definen los *conjuntos-T* como se indica a continuación.

Conjuntos-T

Son los conjuntos formados por un mínimo número de tareas cuyas ejecuciones reiterativas permiten el desarrollo de una o varias competencias; entendiéndose como tarea el estímulo que activa configuraciones mentales u operaciones intelectuales para obtener un producto cuya validez está determinada por un especialista. (DE ARMAS, MACÍAS, BERNAL; p. 134).

Respecto al número de tareas (o actividades de aprendizaje) que conforman el conjunto-T se tiene que:

Habrán tareas que son necesarias para poder desarrollar una competencia pero no serán suficientes; *el mínimo número* de tareas en la definición hace referencia a las tareas que son necesarias y suficientes según el especialista en el sistema educativo (maestros, investigadores, pedagogos, etc.); este es quien establece la cantidad o cardinal del *conjunto-T*. La ejecución de tareas adicionales implica grados de especialización en el sujeto. Una tarea pertenece al conjunto si tiene relación con las habilidades de la competencia objeto de desarrollo. Todos los *conjuntos-T* contienen entre sus elementos uno especial denominado “la tarea de extrapolación”, en donde se aplican los conocimientos aprendidos en situaciones poco familiares dentro y fuera de la escuela. Se debe tener en cuenta que la ejecución de una tarea puede requerir de varias habilidades cognitivas (reconocer, calcular, explicar, clasificar, seleccionar, proponer, etc.) (DE ARMAS, MACÍAS, BERNAL; p. 134).

Respecto a los productos de las tareas se tiene que:

El objetivo de las tareas es la obtención de productos que sirven como indicadores de logros; evidencia física que da cuenta del estado

de desarrollo de las habilidades cognitivas del sujeto. Los productos de una tarea están en función del tipo de competencia. Algunos ejemplos de productos pueden ser: una proposición, un listado, un párrafo, un texto, una tabla de datos, un código, una interfase, un artículo, un prototipo y una maqueta entre otros.

Respecto a las trayectorias de los conjuntos-T se tiene que:

Las trayectorias o rutas, como también se les denomina, son los posibles ordenamientos lógicos en los que se pueden ejecutar las tareas de los *conjuntos-T*. Por ejemplo, “la tarea de extrapolación” no puede ser la primera en ser ejecutada; requiere de tareas previas para poder desarrollarse. Las trayectorias deben estar bien definidas y desglosadas en diferentes pasos ordenados por un especialista (maestros, investigadores, pedagogos, etc.) del sistema educativo. Una misma trayectoria puede ser aplicada a diferentes *conjuntos-T*. Más de una trayectoria pueden ser asignadas a un *conjunto-T*.

Respecto al acompañamiento armónico se tiene que:

El acompañamiento armónico es la intervención oportuna de los especialistas en la ejecución de la tarea que favorece el desarrollo de la misma. Esta se da en función del tipo de tarea, por ejemplo, la intervención en la ejecución “la tarea de extrapolación” no puede ser igual a la intervención en la ejecución de otra tarea del conjunto.

Respecto a la construcción de un *conjunto-T* se tiene que:

- Primero, se elabora el listado de habilidades que se pretenden desarrollar.
- Segundo, se determina el número de tareas que permiten, a juicio del especialista del

sistema educativo, desarrollar las habilidades identificadas.

- Tercero, se especifican los productos para cada tarea.
- Cuarto, se indica la trayectoria que seguirán las tareas del conjunto.
- Quinto, se analiza si existe “la tarea de extrapolación” y si cumple con su propósito, es decir, si el sujeto puede demostrar qué es lo que hace con lo que sabe.
- Sexto, se establece un plan de intervenciones del especialista del sistema educativo para cada tarea.

¿Cómo usar los conjuntos-T?

En esta sección se explica cómo usar los *conjuntos-T* para desarrollar las habilidades de los estudiantes. Se escoge una de las competencias evaluadas por PISA, como la competencia de modelado matemático; la cual favorece el pensamiento científico y permite relacionar las matemáticas con las demás disciplinas. El modelado matemático se puede definir como un conjunto de habilidades básicas contemporáneas que ayudan a resolver situaciones problemáticas dentro o fuera de la escuela.

- Primero, el listado de habilidades.

Habilidad para explicar brevemente y sin ambigüedades de qué se trata la situación problemática que se debe resolver.

Habilidad para describir el entorno físico de la situación problemática.

Habilidad para establecer objetivos que permiten resolver la situación problemática.

Habilidad para manejar los conocimientos científicos que se relacionan con la situación problemática.

Habilidad para establecer las variables de interés, los parámetros constantes y un conjunto de suposiciones razonables (las hipótesis) sobre las variables, de acuerdo con la teoría que gobierna la situación problemática y la representación matemática de todas las suposiciones.

Habilidad para analizar tablas de datos (reconocimiento de patrones, interpretación numérica, gráfica y sugerir representaciones algebraicas).
Habilidad de usar las matemáticas o las estadísticas para construir los modelos matemáticos.
Habilidad para programar las soluciones matemáticas.

Habilidad para interpretar los resultados.

Habilidad para validar los modelos matemáticos.

Habilidad para limitar el modelo matemático.

- Segundo, el número de tareas (actividades de aprendizaje) que contiene el conjunto-T.

Todas las habilidades listadas anteriormente, quedan incluidas en ocho tareas o actividades de aprendizaje. Es decir,

$$\{T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8\} \quad (1)$$

- Tercero, la trayectoria que siguen las tareas.

Las tareas siguen (con algunos ajustes) la trayectoria propuesta por BRITO-VALLINA *et al.* (2011) y el orden de ejecución es:

T1: Definición de la situación problemática.

T2: Teorías científicas que gobiernan la situación problemática.

T3: Formulación del modelo matemático (tarea de extrapolación).

T4: Solución matemática del modelo.

T5: Representación computacional de la solución.

T6: Interpretación de los resultados.

T7: Validación del modelo.

T8: Limitaciones del modelo.

- Cuarto, los productos de las tareas.

T1.

Párrafo que explique de qué se trata la situación problemática.

Párrafo con las condiciones iniciales de la situación problemática.

Listado con los objetivos propuestos para resolver la situación problemática.

T2.

Listado con los conocimientos científicos que ayudan a formular el modelo matemático.

Tabla con datos experimentales.

T3.

Texto que contiene la formulación del modelo matemático.
Texto con el reconocimiento de patrones de la tabla de datos y la interpretación numérica, gráfica.

T4.

Texto con la solución analítica (existe un algoritmo) o con la solución aproximada (numérica).

T5.

Código de la solución.

Interfase para ejecutar las simulaciones (experimentación).
Animación

T6.

Tabla con datos.

Texto con la descripción matemática del comportamiento de las variables de interés de acuerdo con la tabla de datos.

T7.

Tabla de datos.

Texto que contiene la gráfica que contrasta los datos reales contra los datos de la interfaz. Explica si los resultados son inaceptables y no hay errores matemáticos indicando si es necesaria una redefinición del modelo matemático, ya sea aumentando su nivel de resolución (es decir, incluyendo variables que no eran de interés) o reiniciando el ciclo.

T8.

Texto con las limitaciones del modelo matemático.

- Quinto, la tarea de extrapolación en este caso es la número tres, es decir, la denominada formulación del modelo matemático.

- Sexto, el acompañamiento armónico o intervenciones del especialista.

T1: Revisión y retroalimentación de la redacción del texto (claridad y coherencia).

T2: Sugerencias para la búsqueda bibliográfica y el reconocimiento de patrones en el conjunto de datos.

T3: (Tarea de extrapolación).

Sugerencias para organizar las proposiciones que conducen a la matematización de la información científica.

T4: Revisión y retroalimentación de la redacción del texto (claridad y coherencia).

T5: Revisión y retroalimentación de la sintaxis e instrucciones del programa computacional escogido.

T6: Formulación de preguntas para direccionar el proceso.

Este ejemplo se puede estudiar con más detalles en DE ARMAS, MACÍAS, BERNAL (2016).

Conclusiones

- En este trabajo se presentan elementos fundamentales de la teoría de los *conjuntos-T*.
- Se muestra la forma como los distintos agentes (docentes, investigadores, pedagogos, etc.) e instituciones del sistema educativo pueden desarrollar las habilidades básicas que demandan las economías modernas de los sujetos; lo que podría reflejarse de manera positiva en los resultados de la prueba PISA.
- Con este trabajo se invita a todos los agentes que forman parte del sistema educativo a apropiarse de la teoría y materializarla en sus respectivos espacios y escenarios académicos; aportando las críticas que permitan con el debate la consolidación de dicha teoría.

Referencias bibliográficas

AZNAR, P. *et al.* (2010). **La educación en el pensamiento y en la acción. Teoría y praxis**. Valencia, España, 2010, Tirant lo Blanch (Ed.). pp. 21-22.

- BEST, J. **Psicología cognitiva**. International Thomson Editores. Madrid, España. 2001.
- BRUNER, J. El fracaso de la educación pública en América Latina. **El Espectador**, Bogotá, 15 de mayo de 2013.
- COLOMBIA. Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). Colombia en pisa 2009. Informe Nacional de resultados, resumen ejecutivo. Servicio de publicaciones del ICFES. Bogotá, 2010
- COLOMBIA. Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). Colombia en pisa 2012. Informe Nacional de resultados, resumen ejecutivo. Servicio de publicaciones del ICFES. Bogotá, 2013.
- DE ARMAS, R. *et al.* (2016). La teoría de los conjuntos-t aplicada al desarrollo de la competencia de modelado matemático. **Revista Científica**, Bogotá, v. 1, n. 24., p. 133-144. <https://doi.org/10.14483/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.24.a14>
- DE ZUBIRÍA, J. ¿Por qué los malos resultados en las pruebas PISA? **Revista Semana**, Bogotá, 13 de abril de 2014.
- FRANCIA. Organización para la cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). The PISA 2003 assessment framework. Mathematics, Reading, science and problem solving knowledge and skills. París, 2003.
- FRANCIA. Organización para la cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). PISA 2009 – Science Competencies for Tomorrow’s World. París, 2010.
- FRANCIA. Organización para la cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). PISA 2015 – Resultados Clave. París, 2016.
- LINARES, A. “Por qué somos tan malos en matemáticas”. Énfasis en lo memorístico y uso de fórmulas sin contextos influyen en el desempeño de los estudiantes. **El Tiempo**, Bogotá, 28 de septiembre de 2013.
- PEARCE, J. **Aprendizaje y cognición**. Editorial Ariel, S.A., Barcelona, España. 1998.
- RICO, L. La competencia matemática en PISA. In: FUNDACIÓN SANTILLANA (ed.). **La enseñanza de las matemáticas y el informe PISA**. Madrid, España. 2005, pp. 21-40.



A ENGENHARIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE OLIMPIADAS DE MATEMÁTICA: SITUAÇÕES OLÍMPICAS COM O AMPARO DO SOFTWARE GEOGEBRA

THE DIDACTIC ENGINEERING FOR THE MATH OLYMPICS TEACHING: OLYMPIC SITUATIONS WITH GEOGEBRA'S SUPPORT

LA INGENIERÍA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE OLIMPIADAS DE MATEMÁTICAS: SITUACIONES OLÍMPICAS BASADAS EN EL SOFTWARE GEOGEBRA

Ana Paula Rodrigues Alves Santos^{*}, Francisco Régis Vieira Alves^{}**

Cómo citar este artículo: Rodrigues Alves Santos, A. P., Régis Viera Alves, F. (2018). A engenharia didática para o ensino de olimpíadas de matemática: situações olímpicas com o amparo do software geogebra. *Góndola, En- señ Aprend Cienc*, 13(1), 141-154. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.11732>.

Resumo

Nesse artigo, pretende-se apresentar um recorte parcial de uma investigação de mestrado, no qual se descrevem, de modo específico, duas fases determinadas pela Engenharia Didática – ED no contexto das olimpíadas de matemática. Assim, apresentam-se as etapas de análises preliminares e a construção de situações olímpicas/ análise *à priori*. Enfatiza-se uma situação olímpica que é descrita/estruturada com o amparo do *software* GeoGebra. A intervenção realizada pela exploração apropriada de softwares proporciona ao aprendiz oportunidades de ultrapassar determinadas dificuldades/entraves a um entendimento ou até mesmo, à construção conceitual em geometria. Nesse sentido, a referida situação olímpica foi vivenciada por alunos do nono ano do ensino fundamental II, de uma escola privada do estado do Ceará,

Recibido: 21 de junio de 2017; aprobado: 28 de noviembre de 2017

* Possui licenciatura em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e mestrado em Ensino de Matemática pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (Portugal). Mestranda do programa de pós-graduação em ensino de ciências e matemática pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Professora de matemática com ênfase na preparação de alunos para as olimpíadas de Matemática. Reconhecida por mérito docente pela sua atuação na preparação de equipes para as olimpíadas de matemática por intermédio da coordenação da Olimpíada Cearense de Matemática (UFC). Correio eletrônico: anapaularasantos@gmail.com

** Doutor com ênfase no ensino da Matemática (UFC), pós-doutoramento em andamento pela Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD-Portugal). Coordenador e docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PGECM/IFCE (acadêmico). Docente do mestrado profissional em Educação Tecnológica – IFCE. Professor Permanente da Universidade Federal do Ceará, Brasil. Correio eletrônico: fregis@ifce.edu.br

Brasil. A situação olímpica descrita propõe a possibilidade da construção das relações métricas no triângulo retângulo, conteúdo referente a área da geometria plana. A ED apresenta-se nessa investigação, em uma visão de complementaridade que utiliza a teoria das situações didáticas – TSD. Desse modo, a situação olímpica descrita representa uma alternativa para aulas direcionadas às olimpíadas de matemática, sua indicação e estruturação, descreve elementos atinentes à mediação didática durante o processo de ensino e aprendizagem, os quais enfatizam pormenores que possibilitam controlar e prever as possíveis ações dos estudantes, assim como, proporcionar a vivência de situações didáticas mais significativas para o estudo da geometria no contexto olímpico.

Palavras chaves: engenharia didática, Geogebra, olimpíadas de Matemática, teoria das situações.

Abstract

In this article, we intend to present a partial cut of a master's research, in which we describe, in a specific way, two phases determined by Didactic Engineering - ED in the context of the Mathematical Olympiads. Thus, we have the stages of preliminary analyzes and the construction of Olympic situations/a priori analysis. We emphasize in an Olympic situation that is described/structured with the support of GeoGebra software. Intervention through the proper exploitation of software provides the learner with opportunities to overcome certain difficulties/obstacles to an understanding or even conceptual construction in geometry. In this sense, the mentioned Olympic situation was experienced by students of the ninth year of elementary education II, from a private school in the state of Ceara, Brazil. The Olympic situation described proposes the possibility of the construction of metric relations in the triangle rectangle, content referring to the area of plane geometry. The ED is presented in this research, as a vision of complementarity that uses the theory of didactic situations - TSD. In this way, the described Olympic situation represents an alternative to classes directed to the math Olympics, their indication and structure, describes elements related to didactic mediation during the teaching and learning process, which emphasize details that make it possible to control and predict the possible student's actions, as well as, to provide the experience of more significant didactic situations for geometry study in the Olympic context.

Keywords: didactic engineering, GeoGebra, mathematical Olympiads, theory of situations.

Resumen

En este artículo, presentamos un avance parcial de una investigación de maestría, en el que se describen, de modo específico, dos fases determinadas por la ingeniería didáctica (ID) en el contexto de las olimpiadas de matemáticas. Así, se presentan las etapas de análisis preliminares y la construcción de situaciones olímpicas/análisis a priori. Enfatizamos en una situación olímpica que es descrita/estructurada basados en el *software GeoGebra*. La intervención realizada explorando de manera apropiada el *software*, proporciona al aprendiz oportunidades de superar ciertas dificultades/obstáculos para la comprensión o incluso, para la construcción conceptual de la geometría. En ese sentido, la referida situación olímpica fue vivenciada por alumnos de noveno grado de secundaria, de una escuela particular del estado de Ceará, Brasil. La situación olímpica descrita propone la posibilidad de la construcción de relaciones métricas en el triángulo rectángulo, contenido referente al área de la geometría plana. La ID se presenta en esa investigación desde una perspectiva de complementariedad que utiliza la teoría de las situaciones didácticas (TSD). De este modo, la situación olímpica descrita representa una alternativa para las clases dirigidas a las olimpiadas de matemáticas, su indicación y estructuración, describe elementos relativos a la mediación didáctica durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, que enfatizan detalles que posibilitan el control y la prevención de las posibles acciones que emprenderán los estudiantes, así como, proporciona la vivencia de situaciones didácticas más significativas para el estudio de la geometría en el contexto olímpico.

Palabras clave: *geoGebra*, ingeniería didáctica, olimpiadas de matemáticas, teoría de las situaciones.



Atribucion, no comercial, sin derivados

Introdução

As olimpíadas de Matemática estão cada vez mais conquistando espaço dentro das escolas brasileiras. Observa-se uma crescente participação dos alunos nas competições nacionais e regionais a cada ano. Isso ocorre porque essas competições, em si, não exigem do aluno, memorizações de fórmulas e o conhecimento total da disciplina, mas apenas o conhecimento de alguns conceitos básicos, um raciocínio ágil e determinada criatividade (MARTINS, 2015 p. 13). Ademais, este crescente interesse pelas olimpíadas de matemática advém dessas competições promoverem um meio de divulgação entre as escolas quando têm seus alunos premiados (BADARÓ, 2015 p.10). Assim como, também podemos destacar que as escolas que participam das olimpíadas de matemática, disponibilizam aos estudantes e aos professores uma coleção de problemas estimulantes e desafiadores (ALIEVI, 2013 p. 10; CARVALHO, 2013 p. 7). Vale ressaltar que as olimpíadas de matemática a que este artigo faz referência é a Olimpíada Brasileira de Matemática (OBM) e a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP).

Diante desse cenário, este artigo propõe uma alternativa estruturada para trabalhar com turmas olímpicas compostas por alunos do Nível 2 (oitavo e/ou nono anos), apresenta-se uma situação olímpica, na qual utiliza-se como metodologia de ensino a teoria das situações didáticas (TSD) de Brousseau. A TSD foi desenvolvida por GUY BROUSSEAU (1986), pesquisador francês da Universidade de Bordeaux. Essa metodologia de ensino permite criar um modelo de ensino o qual suscita a interação entre o professor, o aluno e o conhecimento matemático. Ademais, a investigação descrita neste trabalho, tem como metodologia de pesquisa a Engenharia Didática (ED). A noção de engenharia didática obteve o seu ápice nos anos 80 na didática da matemática em França. Segundo ARTIGUE apud ALMOULOUD (2007 p. 17), a ED vista como metodologia de pesquisa é caracterizada por um

esquema experimental com base em realizações didáticas em sala de aula.

A proposta deste trabalho é apresentar uma situação olímpica, na qual o aprendiz tem a oportunidade de vivenciar as quatro etapas da TSD (ação, formulação, validação e institucionalização) modelada pelo *software* Geogebra. Vale ressaltar, que para a construção dessa situação olímpica, o pesquisador utilizou como alicerce da sua investigação as duas primeiras fases da ED (análises preliminares e análise *a priori*). As próximas seções do artigo apresentam uma síntese da referida investigação.

Objetivos da Investigação

O problema da investigação surgiu diante da necessidade de se promover situações didáticas que se apliquem no contexto das olimpíadas de matemática. Neste sentido, a elaboração/concepção deste problema aponta obstáculos/entraves que se propõe solucionar ou, pelo menos compreender e, se possível, reproduzir em outras situações. Portanto, destaca-se o objetivo de desenvolver uma engenharia didática que permita a descrição de situações olímpicas envolvendo a construção e aplicação de conceitos referentes à geometria plana. Para alcançar este objetivo geral estabelece-se ainda os seguintes objetivos específicos: descrever uma ED sob o ponto de vista metodológico da teoria das situações didáticas (TSD), voltado ao ensino de olimpíadas de matemática; utilizar o *software* GeoGebra como recurso tecnológico com o intuito de suscitar o raciocínio intuitivo durante a resolução das situações olímpicas.

Vale ressaltar que no decorrer de todo o processo investigativo, a partir do momento que se planeia o percurso da pesquisa, adota-se os pressupostos da ED e assume-se determinadas hipóteses de trabalho, a saber: a TSD possibilita perspectivar as olimpíadas de matemática como uma proposta metodológica de ensino; O *software* GeoGebra possibilita a exploração e visualização dos elementos matemáticos presentes nas situações olímpicas.

Alguns pressupostos assumidos durante a investigação

A metodologia de pesquisa aplicada nessa investigação é a Engenharia Didática – ED. Para ALVES (2016a p. 70), a ED apresenta dois níveis de pesquisa – microengenharia e macroengenharia. Sendo assim, estabelece-se as seguintes especificações, a investigação em microengenharia se apropria das relações existentes nos fenômenos que ocorrem em sala de aula, portanto esse nível de investigação tem uma visão mais limitada. No segundo nível, depara-se com entraves/dificuldades de ordem metodológica e/ou institucionais, busca uma visão mais ampla.

A pesquisa proposta neste artigo é uma microengenharia, que busca desenvolver uma ED no ensino das olimpíadas de matemática relativo ao conteúdo das relações métricas no triângulo retângulo – geometria plana. Essa ED apresenta também variáveis macrodidáticas e variáveis microdidáticas. Para ALMOULOU (2007 p. 175) as variáveis macrodidáticas referem-se à organização global da ED, enquanto que as variáveis microdidáticas se apresentam especificadamente na fase da experimentação da ED.

Ademais, essa ED se apoia, na metodologia de ensino denominada de teoria das situações didáticas – TSD (BROUSSEAU, 1998). Sendo assim, a situação olímpica proposta deve ser explorada durante as aulas de preparação para as olimpíadas de matemática, conforme as dialéticas estabelecidas por Brousseau – ação, formulação, validação e institucionalização.

Um pormenor fundamental a mencionar é que a TSD oportuniza a construção de um ambiente que fomenta a investigação em matemática de tal forma que os alunos podem reproduzir, mesmo que de maneira elementar, o caminho semelhante ao de um matemático na formulação de suas conjecturas. Além disso, podem surgir um conjunto de ações capazes de proporcionar mudanças nos comportamentos dos alunos e, vale ressaltar que tais mudanças caracterizam uma aprendizagem mais significativa (ALMOULOU, 2007 p. 33).

Contudo, nesse artigo enfatiza-se apenas às fases – análises preliminares e análises *à priori* – construção de situações olímpicas, que permitem realizar a construção da situação didática no contexto do estudo de conceitos geométricos. Em sincronia com a sistematização prevista pela ED (ARTIGUE, 1988) e apoderando-se das pesquisas recentes nessa área, apresenta-se na próxima seção, um estudo da organização matemática e do objeto matemático de interesse que colaboraram para a definição do problema e hipóteses da pesquisa.

A Engenharia Didática e as suas diferentes fases

A Engenharia Didática vista como metodologia de pesquisa é caracterizada por um esquema experimental que proporciona a construção, execução e análise de sessões de ensino em sala de aula (ALMOULOU, 2007 p. 171). Para ARTIGUE (1988), é uma forma de desenvolver um trabalho em sala de aula, similar ao trabalho de um engenheiro que deve se apoiar em conhecimentos específicos da área, assim como também, deve trabalhar com elementos que tenham maior complexidade.

A ED é constituída por fases distintas, a saber: as análises prévias ou preliminares, análise *a priori*, experimentação, análise *a posteriori* e validação.

As análises preliminares ou prévias no contexto olímpico

Um dos objetivos das análises preliminares é identificar os problemas decorrentes no processo de ensino e aprendizagem do objeto de estudo e esquematizar os problemas, as hipóteses, os objetivos e os fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa. Portanto, o pesquisador esteve atento aos seguintes pormenores: estudar a gênese histórica do objeto de estudo, analisar a estrutura matemática do saber investigado, analisar o ensino atual e seus efeitos, evidenciar os conhecimentos prévios do aprendiz em relação ao saber visado; analisar o contexto de que depende a construção e realização de cada sessão de ensino (ALMOULOU, 2007 p. 172).

No que concerne a análise do objeto matemático escolhido (ALMOULOUD, 2007 p. 173), deve-se: estudar a evolução do tratamento do conceito a ser estudado; analisar livros didáticos enfatizando aspectos, tais como: os obstáculos que podem ser superados ou não, fundamentando a sua justificativa, o papel da história e da epistemologia levado em consideração no estudo do objeto matemático e as concepções possíveis que os aprendizes podem desenvolver, assim como também, fazer uma análise das tarefas propostas pelos autores (efeitos do contrato didático e transposição didática). Analisar as concepções de alunos e professores em relação ao objeto de estudo. Nessa fase, também é relevante, fazer um levantamento de referências bibliográficas

Conforme ARTIGUE (1988), cada uma dessas fases pode ser retomada conforme a necessidade do pesquisador. Esse pormenor permite o pesquisador realizar um trabalho concomitante com as demais etapas da pesquisa.

Portanto, as análises preliminares correspondem a primeira fase do desenvolvimento de um quadro teórico de uma pesquisa fundamentada na ED. Nessa fase deve-se identificar as variáveis microdidáticas e/ou macrodidáticas que serão explicitadas e manipuladas nas fases seguintes: a construção da sequência didática e análise *à priori* (ALMOULOUD, 2007 p. 174). Para tanto, deve-se analisar o material didático

utilizado em turmas de preparação para as olimpíadas de matemática, as diferentes instituições de ensino em que o saber deve ser ensinado/aprendido e analisar a evolução do tratamento do conceito, realizar ainda uma análise praxeológica de tipos de tarefas propostas e seus possíveis efeitos do contrato didático e de transposição didática, assim como também realizar um estudo dos principais problemas relacionados com o processo de ensino e aprendizagem da noção estudada (estudo da geometria).

Primeiramente, analisou-se o material disponível em internet, livros nacionais e internacionais, manuais de preparação, banco de questões de provas, o material do POTI (pólo olímpico de treinamento intensivo) e revistas Eureka. Com esta análise buscou-se perceber a abordagem dos conteúdos de Geometria no contexto da matemática olímpica, assim como, buscou-se identificar problemas olímpicos que possam desenvolver potencialidades de aprendizagem com o auxílio do *software* GeoGebra.

Análise de livros e dissertações do PROFMAT direcionadas às olimpíadas de matemática

Descreve-se na tabela 1, o resultado da análise de quatro livros que comumente são utilizados durante a preparação de alunos para as olimpíadas de matemática.

Tabela 1. Análise de livros direcionados às olimpíadas de matemática.

| Livros | Resultado da análise |
|---|--|
| Fundamentos de Matemática Elementar Autor(es): Osvaldo Dulce e José Nicolau Pompeo. | Inicia cada capítulo com demonstrações e exemplos que posteriormente auxiliam o aluno a desenvolver determinados raciocínios para resolução de problemas. Os exercícios são propostos conforme o nível de dificuldade (fácil, médio ou difícil). |
| Problemas de Matemáticas Elementales Autor(es): V. Lidski y otros | Os problemas propostos têm como objetivo ajudar aqueles que desejam se aprofundar nos conhecimentos matemáticos elementares. Porém, inclui conteúdos que não são estudados no programa das escolas de ensino médio e também apresenta problemas com elevado nível de complexidade. |
| Mathematical Circles – Russian Experience Autor(es): Dmitri Fomin, Sergey Genkin e Ilya Itenberg | Os problemas estão estruturados de acordo com o nível de dificuldade, porém finaliza cada capítulo com problemas com nível de dificuldade elevado, exigindo bastante criatividade. |
| Solving Problems in Algebra and Trigonometry Autor(es): V. Litvinenko e A. Mordkevica | Há problemas de fácil resolução, assim como também há problemas cuja solução exige um trabalho árduo e por vezes, criativo. O aluno encontra nesse livro uma grande variedade de exercícios resolvidos com resoluções elegantes e criativas. |

Fonte: elaborado pelos autores.

No que concerne aos livros selecionados para a análise destaca-se uma similaridade entre a abordagem do conteúdo matemático, verifica-se que os autores seguem mesma sequência didática: Teoria (demonstração) – exploração de situações-problemas.

Nessa investigação descreve-se a análise das dissertações do PROFMAT que abordam o tema olimpíadas de matemática, totalizando vinte dissertações, dentre as quais apresenta-se os objetivos das dissertações selecionadas para serem mencionadas neste artigo, com o intuito de fazer uma conexão entre esses objetivos e a razão que fomentou o desenvolvimento de investigar sobre essa temática. BADARÓ (2015) apresenta uma proposta que ajuda o professor e aos gestores escolares a organizarem um curso preparatório para alunos que desejem participar dessas competições. MARTINS (2015) tem o objetivo de enfatizar conceitos geométricos que ao serem explorados representam entraves/dificuldades para o aprendiz. BONFIM (2013), Valessa, Z.F.S CARVALHO (2013), DOCARMO NETO (2014) e ALIEVI (2013) em suas dissertações destacam a produção de blocos de exercícios separados por semelhança de conteúdos programáticos, nos quais tem como objetivo mostrar as várias alternativas de resoluções. Já, Márcio M. CARVALHO (2013) na sua dissertação intitulada por “Resolução de problemas matemáticos olímpicos: uma abordagem aritmética modular”, apresenta soluções de problemas presentes em provas de olimpíadas de matemática de países como a França, Croácia, Espanha, dentre outros; o objetivo do seu trabalho é compreender a abordagem da aritmética modular na relação de congruência no conjunto dos inteiros para a resolução de problemas olímpicos. ALVES (2010) analisa o impacto da Olimpíada de Matemática para alunos das escolas públicas. COCCO (2013), analisa a olimpíada de matemática das escolas públicas – OBMEP, a fim de verificar se ela se constitui como uma política educacional de avaliação em larga escala. CALAZANS (2014) e BRAGANÇA (2013) investigam as possibilidades da elaboração de um material de suporte e apoio aos interessados em

implantar um centro de estudo, pesquisa e preparação para olimpíada de matemática. ARAÚJO (2014) faz uma análise crítica das provas de primeira fase da OBMEP – nível 1. Mediante o resultado da análise das investigações mencionadas – dissertações do PROFMAT – observou-se que essas pesquisas não têm como objetivo desenvolver o raciocínio matemático do aluno através da vivência de uma nova metodologia que se diferencie da tradicional e/ou até mesmo utilizar uma ferramenta tecnológica.

Portanto, na pesquisa descrita neste artigo, prioriza-se o raciocínio lógico-dedutivo, a elaboração e realização de estratégias, com o intuito de desenvolver habilidades e competências que permitam os estudantes construir o conhecimento, a suscitar o raciocínio matemático, a reflexão, a análise, e sobretudo a descoberta através do estímulo de algumas ações, para isso adotamos a Teoria das Situações Didáticas (TSD) como metodologia de ensino.

A construção da situação olímpica e a análise à priori

Nessa fase o pesquisador elaborou, construiu e analisou uma sequência de situações didáticas com o intuito de responder as questões e validar as hipóteses determinadas nas análises preliminares. Sua função principal é a utilização de novos objetos matemáticos através de questionamentos explicitados pelos alunos no momento da resolução da situação olímpica (ALMOULOU, 2007 p. 174).

Portanto, é nesta fase que a situação olímpica é construída. Conforme OLIVEIRA (2016), situações olímpicas são situações de ensino para resolução de problemas olímpicos segundo as fases dialéticas do BROUSSEAU (1986) que chamaremos de situação didática olímpica ou, resumidamente, situação olímpica.

Segundo ALMOULOU (2007, p. 174), a construção dessa situação deve levar em consideração os seguintes aspectos:

- Os estudantes ao se debruçarem sobre a situação olímpica, entendem facilmente os dados

da situação-problema proposta e podem se empenhar na resolução, usando os seus conhecimentos prévios.

- Essa situação olímpica deve colocar em jogo o conceito que se deseja construir e no qual o conhecimento está inserido;
- Os conhecimentos prévios dos alunos são insuficientes para a construção do novo saber, ou seja, precisam buscar/construir novos conhecimentos com o intuito de solucionar a situação olímpica;
- A situação olímpica pode envolver vários conhecimentos: geometria, álgebra, aritmética, dentre outros.
- Vale ressaltar que a situação olímpica selecionada tem como objetivos:
- Mediar os estudantes na construção de conceitos de uma forma mais significativa;
- Desenvolver habilidades tais como, a leitura, interpretação e a utilização das diferentes simbologias/representações matemáticas, assim como também desenvolver o raciocínio lógico e dedutivo;
- Estimular o raciocínio intuitivo através da modelagem da situação olímpica feita através do *software* GeoGebra.

Destaca-se que a situação olímpica deve ser concebida com o objetivo de fomentar nos alunos a ação, a reflexão, a elaboração de conjecturas e a autonomia. Pois, o professor deve exercer o papel de mediador e orientador (ALMOULOU, 2007 p. 174). Segundo ARTIGUE (1995a), a situação didática (situação olímpica) deve ser concebida de tal forma que é possível prever o comportamento dos alunos.

Na análise realizada durante a primeira fase da ED, denominada de análise prévia ou preliminar, selecionou-se situações olímpicas adequadas ao uso do *software* Geogebra na elaboração de conjecturas das possíveis soluções dos problemas propostos e que suscitaram os conhecimentos prévios dos alunos. Ou seja, as *situações olímpicas* propostas têm o objetivo de construir o novo conhecimento a partir de conhecimentos antigos, esse pormenor permite a mobilização de conhecimentos matemáticos. Sendo

assim “o aluno aprende adaptando-se a um meio que é um fator de contradições, de obstáculos, de desequilíbrios. Este saber proveniente da adaptação do aluno, revela-se através de respostas novas, que representam a aprendizagem” (BROUSSEAU, 1996a, p.49). Nesse sentido, ALVES (2016b) afirma que:

Diante do movimento ou um conjunto de modificações necessárias que devem ser efetivadas para que uma ação de ensino aconteça, não podemos desconsiderar a natureza intrínseca dos conteúdos, dos objetos matemáticos e dos processos matemáticos que buscamos tornar evidentes numa determinada proposta de abordagem (p. 137).

Sendo assim, a situação olímpica proposta trata do estudo da geometria, explora um teorema que frequentemente está presente em provas de olimpíadas de matemática, busca realizar uma transposição didática através da utilização do *software* Geogebra.

Descrição e elaboração da situação olímpica

A situação olímpica apresentada neste artigo é um problema selecionado de uma prova da Olimpíada Brasileira de Matemática (OBM) – Nível 2 (segunda fase). Para ALMOULOU (2007), a análise à priori é de fundamental importância,

De sua qualidade depende o sucesso da situação-problema; ademais, ela permite, ao professor poder controlar a realização das atividades dos alunos, e também, identificar e compreender os fatos observados. Assim, as conjecturas que vão aparecer poderão ser consideradas, e algumas poderão ser objeto de um debate científico em sala de aula. (ALMOULOU, 2007, p. 176).

Partindo deste pressuposto, o professor tem o ambiente adequado para auxiliar os aprendizes a obter êxito identificando, pelo menos, uma estratégia de solução.

A seguir apresenta-se ainda, os procedimentos necessários e as possíveis estratégias que podem

ser realizadas através da construção geométrica visualizada no *software* GeoGebra.

Situação Olímpica (OBM - 2.^a Fase/ Nível 2 – 2012): O grande artilheiro Tornado está prestes a fazer o gol mais bonito de sua carreira. Ele está de frente para o gol e apenas o goleiro está entre ele e a trave. Ele está a x metros do goleiro que, por sua vez, se encontra a 2 metros da linha do gol, onde Tornado deseja que a bola caia após passar por cima do goleiro. Em um gol dessa magnitude, a trajetória da bola deve ser uma semicircunferência. Tornado sabe que a bola deve passar exatamente 3 metros de altura do solo quando ela estiver acima do goleiro. Qual a distância de Tornado até o goleiro, ou seja, x em metros?

Conhecimentos prévios: Semelhança de triângulos, proporção, equações do 1.^o grau com uma variável.

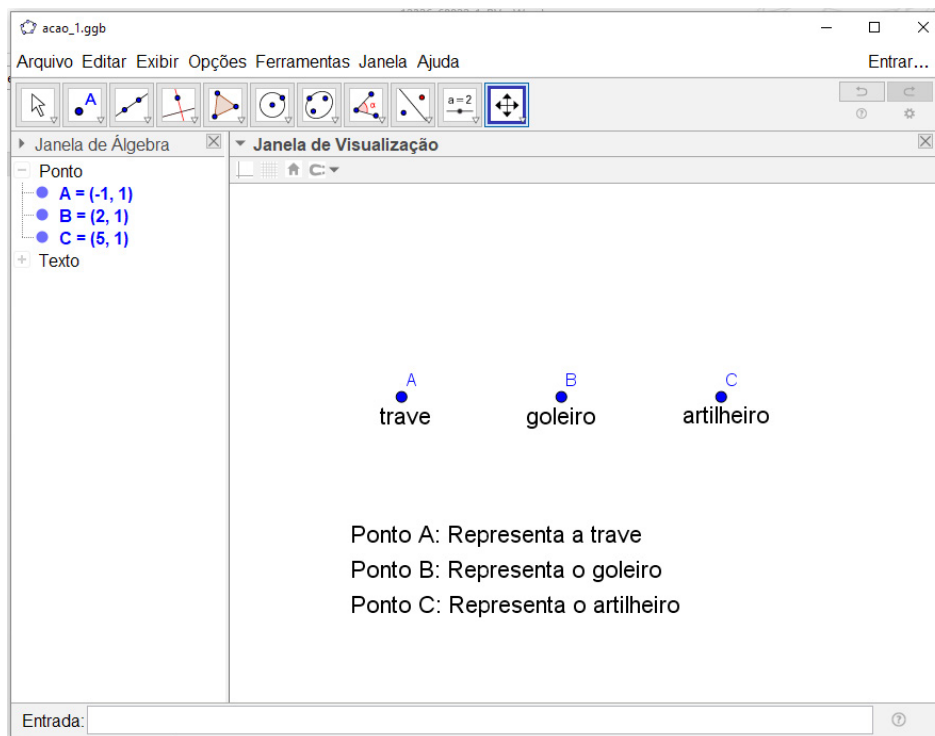
Dialética da ação: Nesta etapa os estudantes se depararam com um problema cuja a solução é

o conhecimento a ser ensinado; os alunos agiram sobre essa situação, obtendo *feedback* sobre sua ação. Ou seja, uma situação olímpica adequada deve permitir aos alunos “ julgar o resultado de sua ação e ajustá-lo, se necessário, sem a intervenção do professor, devido à retroação do *milieu*” (AL-MOULOUD, 2007 p. 37).

Portanto, essa fase é caracterizada pela ação inicial dos aprendizes que ao se debruçarem sobre o enunciado da situação olímpica proposta, leram atentamente para interpretá-la corretamente, e assim analisaram e extraíram as informações do problema e posteriormente, realizaram as suas conjecturas.

Alguns alunos apresentaram dificuldades/entraves em interpretar a situação olímpica. Verificou-se que alunos que não tinham habilidades com o *software* GeoGebra, iniciaram a construção geométrica com lápis e papel, vale ressaltar que os aprendizes foram orientados a utilizar o GeoGebra (Figura 1.)

Figura 1. Dialética da ação.



Fonte: elaborado pelos autores.

Dialética de Formulação: Esta fase, caracteriza-se pela troca de informações entre os alunos e/ou entre os alunos e o professor, essa troca de ideias pode ser da forma escrita ou oral. “Como resultado, essa dialética permite criar um modelo explícito que pode ser formulado com sinais e regras comuns, já conhecidas ou novas” (ALMOULOU, 2007 p. 38). Destaca-se que nesta etapa, os estudantes apresentaram as ideias e estratégias adotadas durante o processo de busca da solução do problema. Para se alcançar este objetivo, o professor promoveu a interação entre os alunos. Por exemplo, se o aluno deve agir e não dispõe de toda a informação necessária, seu colega pode auxiliá-lo, complementando com o que lhe falta.

A dialética de formulação permitiu ao aluno construir, gradativamente, a elaboração da estratégia que possibilitou solucionar o problema em questão. Nesta fase, o professor instigou os alunos a analisarem a representação da situação olímpica construída com o auxílio do *software* GeoGebra (Figura 2).

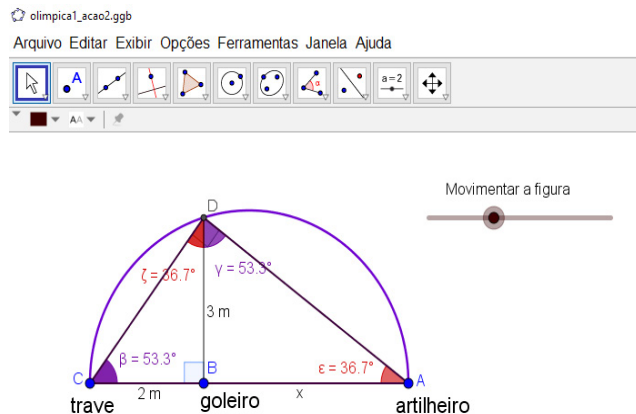


Figura 2. Representação da situação olímpica.

Fonte: elaborado pelos autores.

Partindo dessa construção (Figura 2), os alunos analisaram as relações matemáticas existentes entre os elementos matemáticos, resgatando os seus conhecimentos prévios (Figura 3).

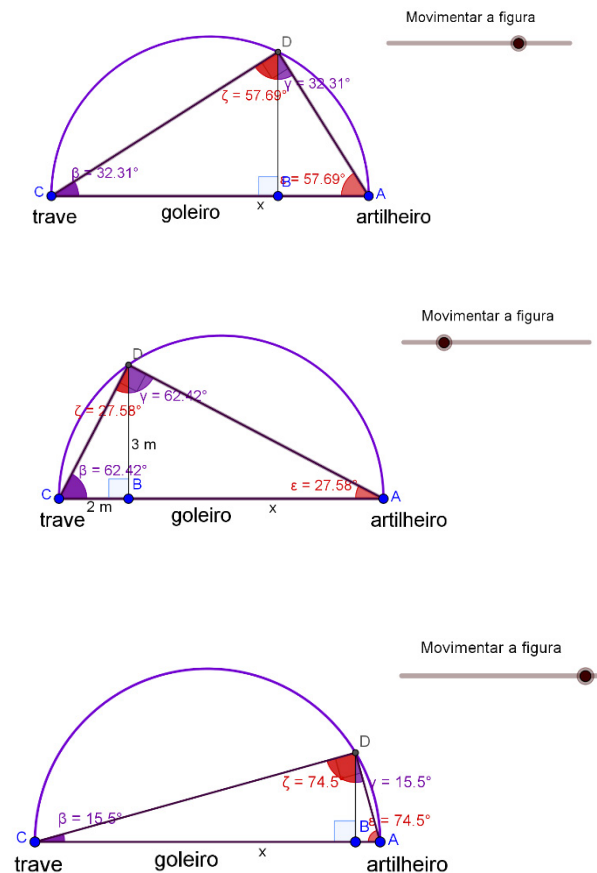
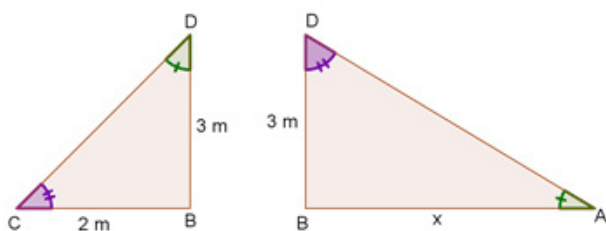


Figura 3. Dialética da formulação.

Fonte: elaborado pelos autores.

Ademais, os alunos identificaram os triângulos semelhantes e a relação de proporcionalidade entre os seus lados. Ao identificar os elementos matemáticos envolvidos na situação didática, com a interatividade e simulação de situações, os estudantes verificaram que qualquer que seja a posição do ponto D sobre o semicírculo (Figura 3), os ângulos ζ e ϵ são congruentes, assim como também os ângulos β e γ . Partindo desse pressuposto, inferiram que pelo caso de semelhança de triângulo Ângulo-Ângulo (A.A), os triângulos $\triangle BCD$ e $\triangle BAD$ são semelhantes. A partir desse momento, elaboraram as estratégias para determinar o valor de x que representa a distância entre o Tornado e o goleiro.

De acordo com as conclusões elaboradas pelos alunos (Figura 4), temos:



$\Delta BCD \sim \Delta BAD$

$$\frac{h}{n} = \frac{m}{h} \leftrightarrow h^2 = m \cdot n$$

Figura 4. Semelhança de triângulos.

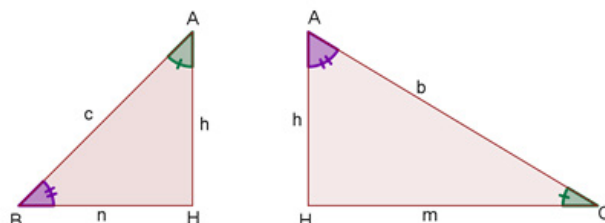
Fonte: elaborada pelos autores.

Dialética da validação: Nesta etapa, os alunos apresentaram a estratégia que os levaram a solucionar o problema, ou seja, mostraram a validade do modelo criado. Outro pormenor importante é o de justificar a eficácia do seu modelo. Assim, os alunos foram submetidos à análise de todos que o escutavam, podendo ter que dar mais explicações diante das possíveis indagações por parte dos colegas que podem não entender ou discordar. Assim, o professor promoveu um debate entre os alunos, com o objetivo de estabelecer provas ou de refutá-las. O debate sobre a certeza das conclusões permite organizar as interações com o milieu, validando as estratégias que possam permitir solucionar o problema (ALMOULOU, 2007 p. 38)

Em relação à solução da situação olímpica, verificou-se que é crucial descobrir os triângulos semelhantes, aplicando corretamente a proporcionalidade entre os seus lados homólogos. Da turma de alunos que participaram dessa aula, três estudantes confundiram-se e apresentaram dificuldades em identificar os lados homólogos, conseqüentemente apresentando erros na resolução. Entretanto, o professor entrevistou para auxiliar os alunos a validar a estratégia adotada através da interatividade da construção feita no ambiente do software GeoGebra, utilizando os conhecimentos algébricos necessários para aplicar o caso de semelhança de triângulos.

A seguir, os alunos demonstraram o teorema (Figura 5) e apresentaram no quadro com a

mediação do professor, de uma forma geral, o enunciado: “a medida da altura relativa à hipotenusa é média geométrica (ou média proporcional) entre as medidas das projeções dos catetos sobre a hipotenusa.”



$\Delta HBA \sim \Delta HCA$

$$\frac{h}{n} = \frac{m}{h} \leftrightarrow h^2 = m \cdot n$$

Figura 5. Relação métrica no triângulo retângulo $h^2 = m \cdot n$.

Fonte: elaborada pelos autores.

Dialética da institucionalização: Esta etapa é caracterizada pela exposição do novo conhecimento pelo professor, de forma clara e explícita. O professor previu o momento adequado para formalizar o novo conhecimento. Segundo ALMOULOU (2007), se a institucionalização desse novo conhecimento for feita muito cedo, o seu significado será interrompido, impedindo uma aprendizagem adequada e produzindo dificuldades no seu entendimento. Assim como, quando feita de forma tardia, ela atrasa a aprendizagem e dificulta a compreensão e assimilação por parte dos alunos. A institucionalização realizou-se através do diálogo entre alunos e professores para sedimentar o novo conhecimento. O professor institucionalizou o novo saber no momento adequado, tornou-o patrimônio da turma e mostrou que esse novo conhecimento pode ser utilizado na resolução de outros problemas matemáticos (BROUSSEAU, 1986).

Sendo assim, verificou-se a oportunidade de vivenciar as etapas estabelecidas pela TSD, descrevendo situações didáticas que auxiliem os alunos a desenvolver a capacidade de resolver problemas de forma autônoma, reflexiva e colaborativa.

Considerações Finais

Esse artigo buscou perspectivar uma alternativa de ensino voltada às olimpíadas de matemática. Apresentou uma situação olímpica vivenciada por uma turma constituída por oito alunos, do nono ano do Ensino Fundamental II, de uma escola privada do estado do Ceará, Brasil.

Adotou-se como metodologia de pesquisa a Engenharia Didática (ED), a qual permitiu a análise e preparação do campo epistêmico relacionado ao objeto a ser estudado. Ao seguir os seus pressupostos, o pesquisador estabeleceu os objetivos e as hipóteses da sua investigação. Sendo assim, destaca-se na construção da situação olímpica, um maior rigor e solidez adquiridos pelo pesquisador em construí-la e aplicá-la, utilizando a Teoria das Situações Didáticas (BROUSSEAU, 1986). Realizar uma aula seguindo as dialéticas estabelecidas por Brousseau (ação, formulação, validação e institucionalização) com o amparo do *software* GeoGebra, a partir da modelização do problema olímpico, permitiu a inclusão de um conjunto maior de estudantes ao ambiente de discussão visando a elaboração de conhecimentos matemáticos. Ademais, propõe ao professor de Matemática perspectivar novas formas de abordagem (com o uso da tecnologia) e descrição de situações olímpicas, que não sejam restritas a uma atividade de resolução de problemas, com tempo previamente demarcado e predominantemente individuais.

Destaca-se ainda que, no momento da validação (Figura 5), o professor interviu para que os alunos generalizassem a relação métrica no triângulo retângulo encontrada para solucionar o problema. Portanto, a situação olímpica proposta permitiu aos alunos ao mesmo tempo que solucionassem o problema, construísem a demonstração de um teorema.

A situação olímpica apresentada suscitou nos alunos, a elaboração de conjecturas, a visualização de elementos matemáticos envolvidos, estruturar estratégias, testá-las e validá-las. Diferentemente do material didático disponível à preparação dos alunos para as olimpíadas de matemática (OBM

e OBMEP), nos quais os seus autores apresentam demonstrações, utilizando o rigor e a formalidade exigida pela matemática, acompanhada de uma variedade de exercícios, sem adotar uma metodologia de ensino que desenvolva o raciocínio matemático. O *software* GeoGebra é utilizado nesse trabalho como ferramenta que permitiu aos alunos analisarem e visualizarem através de simulações, às conjecturas e estratégias escolhidas como solução do problema. Dessa forma, os alunos percorreram o mesmo caminho que o matemático vivencia ao realizar as suas investigações. Ao resolver um problema, há diversas estratégias que podem levar a solução, as quais com a mediação adequada do professor, os alunos têm a possibilidade de selecionar a melhor estratégia. Sendo assim, os estudantes tiveram a oportunidade de construir o conceito, demonstrá-lo e validá-lo.

Portanto, este artigo apresentou uma situação olímpica, dentre algumas que estão sendo construídas e validadas pelo pesquisador, com o intuito de fomentar a compreensão dos conceitos geométricos na elaboração da solução de problemas, direcionando o ensino de olimpíadas não apenas para alunos reconhecidos como mais habilidosos no estudo da Matemática; Promovendo a socialização dos conhecimentos matemáticos, tornando os estudantes mais autônomos e colaborativos entre si.

Referências

- ALIEVI, P. T. **Soluções não clássicas para problemas da OBMEP**. 47p. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT). Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2013.
- ALMOULOU, S.A. **Fundamentos da Didática da Matemática**. Editora UFPR. São Paulo: Brasil. 2007.
- ALVES, W.J.S. **O Impacto da Olimpíada de Matemática em Alunos da Escola Pública**. 30p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática - PROFMAT). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC, São Paulo, 2010.

- ALVES, F.R.V. Insight: descrição e possibilidades de seu uso no ensino do cálculo. **VIDYA**, Santa Maria, v. 32, n. 2, pp. 149-161, jul./dez. 2012.
- ALVES, F.R.V. Engenharia Didática para a generalização da sequência de Fibonacci: uma experiência num curso de licenciatura. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v. 18, n. 1, pp. 61-93. 2016a.
- ALVES, F.R.V. Didática de matemática: seus pressupostos de ordem epistemológica, metodológica e cognitiva. **Interfaces da Educação**, v.7, n.21, p. 131-150, Paranaíba: Brasil. 2016b.
- ARAÚJO, R.R. **Perfil de desempenho dos alunos de ensino médio da unidade integrada Henrique Rocha, Tutóia-MA, frente a primeira fase da OBMEP**. 45p. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT), Universidade Federal do Piauí (UFPI), 2015.
- ARTIGUE, M. Ingénierie didactique. In: Brun, J. **Didactiques des Mathématiques**. Paris: Délachaux et Niestle, 1995a. pp. 243-263.
- ARTIGUE, M. Ingeniería Didática. In: Artigue, Michelle; Douady, Régine; Moreno, Luis; Gomez, Pedro. **Ingeniería didáctica en Educacion Matemática**. Grupo Editorial Iberoamericano, Bogotá: Colombia. pp. 33-61, 1995b. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/676/1/Artigue1995Ingenieria.pdf>. Acessado em: 20/02/2017.
- ARTIGUE, M. **Ingénierie Didactique. Recherches en Didactique des Mathématiques**. Grenoble: La Pensée Sauvage-Éditions, v. 9.3, p. 281-308, 1998.
- BADARÓ, R.L. **Do zero às medalhas: orientações aos professores de cursos preparatórios para olimpíadas de matemática**. 144p. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática - PROFMAT). Universidade federal da Bahia, Salvador, 2015.
- BONFIM, A.P. **Produção e Aplicação de Material Didático para estudantes iniciantes em Olimpíadas de Matemática**. 243p. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT). Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.
- BRAGANÇA, B. **Olimpíada de Matemática para a Matemática avançar**. 107p.. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática - PROFMAT). Universidade Federal de Viçosa, Minas gerais, 2013.
- BROUSSEAU, G. Les obstacles épistémologiques, problèmes et ingénierie didactique. In: **Théorie des situations didactiques**. Grenoble La Pensée Sauvage. Grenoble: Francia. 1998. pp. 115-160.
- BROUSSEAU, G. **Théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques**. Mathematics. Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, 1986.
- BROUSSEAU, G. **Introdução ao Estudo das Situações Didáticas**. 128p. Editora Ática. São Paulo, Brasil, 2008.
- CALAZANS, M.V.F. **Proposta de implantação do centro preparatório para olimpíadas de matemática**. 40p. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, 2014.
- CARVALHO, Márcio M. de. **Resolução de problemas matemáticos olímpicos: uma abordagem aritmética modular**. 62p. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT). Universidade Federal do Vale do São Francisco, Bahia, 2013.
- CARVALHO, Valessa, Z.F.S. **Funções convexas com aplicações em problemas de olimpíadas de matemática**. 60p. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática - PROFMAT). Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.
- CARVALHO JÚNIOR, A.L.L. de. **Material Multimídia: Resolução comentada de algumas questões do nível 3 da OBMEP sobre geometria**. 64p.. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT). Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.
- COCCO, E.M. **Olimpíada de Matemática das Escolas Públicas e avaliação em larga escala: possíveis interlocuções**. 161p.. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Rio Grande do Sul, 2013.

- DOCARMO NETO, V. **Teorema de Pitágoras e áreas: sua aplicabilidade no banco de questões da OBMEP**. 44p. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT). Centro de Ciências da Natureza, UFPI, Teresina, 2014.
- DOLCE, O.; POMPEO, J.N. **Fundamentos de Matemática Elementar. Vol. 9: Geometria Plana**. 456p. v. 7. Atual Editora. São Paulo: Brasil. 2008.
- FOMIM, D.; GENKIN, S.; ITENBERG, I. **Mathematical Circles – Russian Experience**. 271p. Mathematical World. v. 7. Estados Unidos da América, 1993.
- IEZZI, G.; MURAKAMI, C. Fundamentos de Matemática Elementar. Vol.1 **Conjuntos e Função**. 317p. 3.ed. Atual Editora. São Paulo: Brasil. 1977.
- IGLIORI, S.B.C. **A noção de Obstáculo Epistemológico e a Educação Matemática**. In Educação Matemática Uma Introdução. Org. Silvia Machado. EDUC. São Paulo. 1999.
- JACON, L.S.C; KALHIL, J.B. O professor formador e as competências em tecnologia de informação e comunicação: um estudo sobre quais recursos computacionais estes profissionais utilizam na elaboração do seu material didático. **AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 8, n. 15 - jul. 2011/dez. p.27-44. 2011.
- LACERDA, C.W.P. de. **Seqüências e séries: conhecendo e construindo estratégias de abordagem**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT). Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2014.
- LAGUERRE, E. **Une ingenierie didactique pour l'apprentissage du theo-reme de Thales au college**. Education. Universit_e Paris-Diderot - Paris VII, Français. 2005.
- LITVINENKO, V.; MORDKEVICA, A. **Solving Problems in Algebra and Trigonometry**. Mir Publishers. Moscow: Russia. 1987.
- LIDSKI, V.; OVSIANIKOV, L.V.; TULAIKOV, A.N.; SHABUNIN, M. I. **Problemas de Matematicas Elementales**. 3a. ed. Editorial Mir. Moscu: Russia. 1978.
- LORENZATO, S. Por que não ensinar Geometria? A educação matemática em revista. **Geometria. Blumenau**, n. 04, pp. 03-13, 1995. Disponível em: <www.sbempaulista.org.br/epem/anais/Comunicacoes_Orais%5Cco0109.doc>. Acesso em 11 de janeiro 2017
- MARTINS, R.A. **Colinearidade e concorrência em olimpíadas internacionais de matemática: uma reflexão voltada para o ensino da geometria**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT). Universidade Federal de Brasília.
- NETO, A.C.M. **Geometria Plana**. Tópicos de matemática elementar, vol.2. Coleção professor de matemática, SBM. 2013.
- OLIVEIRA, C.C. do N. **Olimpíadas de Matemática: concepção e descrição de “situações olímpicas” com o recurso do software Geogebra**. 136 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- OLIVEIRA, E.C. de; CHIUMMO, A. Análise da aprendizagem de semelhança de triângulos por alunos de graduação em Matemática. **VIDYA**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 179-195, jul./dez., 2015.



TÍTULO: FORMACIÓN DE PROFESORES Y CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS: EXPERIENCIAS Y DESAFÍOS EN LA INTERFAZ UNIVERSIDAD-ESCUELA.

FORMAÇÃO DE PROFESSORES E QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS. EXPERIÊNCIAS E DESAFIOS NA INTERFACE UNIVERSIDADE-ESCOLA.

Diana Fabiola Moreno Sierra*

Datos básicos

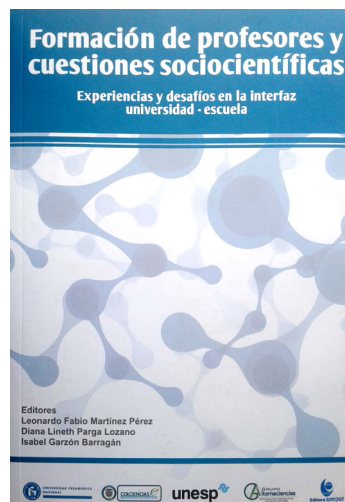
Autor: Martínez, L.; Parga, D. y Garzón, I.

Editorial: Universidad Pedagógica Nacional (edición colombiana)/ Inuijui (edición brasilera)

Año de publicación: 2015

Idioma: español/portugués

Número de páginas: 336p./319p



Este libro, publicado en Colombia y Brasil, forma parte de los productos de investigación desarrollados en el proyecto colombo-brasileño de formación de profesores de ciencias en la interfaz universidad-escuela, el cual tuvo como objetivo constituir referentes teóricos y metodológicos que orientaran la configuración de grupos de investigación en instituciones de educación básica y media, conformados por profesores en ejercicio interesados en el abordaje de cuestiones sociocientíficas (CSC) en la práctica docente. A partir de la estructuración y desarrollo

del programa, se establecieron recomendaciones curriculares para favorecer la articulación entre la investigación educativa desarrollada en programas de maestría y doctorado en Educación en Ciencias, y las experiencias y estudios llevados a cabo en dichas instituciones escolares.

El prólogo del libro, elaborado por el profesor Otavio Maldaner, de la UNIJUI de Brasil, resalta el papel de la escuela en cuanto a su importancia en la construcción de significados sobre los conocimientos configurados históricamente por la humanidad;

* Doctora en Educación en Ciencias, UNESP-Brasil, magíster en Educación Ambiental, UNESP-Brasil, especialista Ambiente y Desarrollo Local, Universidad Distrital, Licenciada en Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Docente Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: diana.educi@gmail.com, dfmoreno@pedagogica.edu.co

en este espacio se tiene la oportunidad de aprender contenidos disciplinares, interdisciplinares y transdisciplinares, a través de procesos sistemáticos orientados por el profesor. En tal sentido, las CSC se pueden considerar un abordaje temático que enriquece la formación de los estudiantes y posibilita la de profesores en la investigación. Asimismo, se destacan las contribuciones formativas en todos los actores en la formación de grupos de investigación en la escuela, en la medida que se configuran sujetos productores de currículo tomando la investigación como principio pedagógico.

En la primera parte de la obra, el lector podrá encontrar cinco experiencias investigativas llevadas a cabo en el contexto colombiano y una del contexto brasileño. Estas experiencias permiten evidenciar procesos sistemáticos de reflexión elaborados por colectivos de profesores que dan cuenta de un trabajo colaborativo sobre una innovadora construcción curricular centrada en CSC y temáticas ambientales y sociales. Así, es posible apreciar ejercicios de autonomía docente frente al frecuente trabajo individual y aislado que predomina en las instituciones educativas. Los textos escritos por los propios profesores de las instituciones, en cuanto protagonistas de la enseñanza de saberes escolares, da cuenta de estrategias interdisciplinares que superan la enseñanza tradicional de contenidos prescritos en libros didácticos o currículos estandarizados por entes externos a la institución escolar.

El tratamiento creativo de CSC asociadas a la contaminación de fuentes hídricas, la privatización del agua, la explotación minera, junto con aspectos más amplios asociados a los estereotipos existentes respecto al cuerpo humano, dan cuenta de una perspectiva amplia y diversa que trasciende la implantación de un solo contenido.

Las experiencias expuestas en esta primera parte no solo se limitan a la sistematización de una experiencia o al desarrollo de actividades de aula, sino que contienen aspectos teóricos que son discutidos sobre la construcción curricular, la investigación acción y la educación ambiental, así la descripción se entrelaza con relatos analíticos que nos transportan

a escenarios concretos de reflexión sobre la práctica del profesor.

Es interesante que las experiencias investigativas posibiliten repensar la formación permanente del profesorado de manera colaborativa, también podemos trasladarnos a otros espacios formativos centrados en la formación inicial del profesor, como se describe en el capítulo cinco dedicado al análisis de la práctica adelantada por futuros profesores de química, quienes, de forma colectiva y asesorados por profesores titulares de la propia escuela y profesores asesores de la universidad, proponen una estrategia de enseñanza centrada en diversas problemáticas ambientales, como la contaminación ambiental, auditiva y el impacto de las basuras. Esta estrategia responde a la comprensión de los futuros profesores de las características y tratamiento metodológico de las CSC.

En contraste con las experiencias investigativas de la primera parte de la obra, la segunda parte presenta un primer capítulo orientado a la reflexión teórica de la formación continuada de profesores y el trabajo colaborativo de la interfaz universidades-escuela, a partir de la teoría de la acción comunicativa de J. Habermas. En este sentido, la profesora Lizete Orquiza de Carvalho transita por el complejo camino de la reflexión filosófica sobre proyectos de investigación del grupo que coordina en Brasil, a partir de lo cual se evidencia que es posible la constitución de esferas democráticas desde la escuela en colaboración con la universidad.

Los aportes teóricos se enriquecen en los siguientes capítulos destinados a pensar la formación investigativa de los futuros profesores de ciencias desde programas brasileños, como los propuestos para la iniciación en la actividad docente a través de becas a estudiantes de licenciatura para que desarrollen investigaciones iniciales sobre sus propias prácticas. Estas iniciativas se unen a la reflexión sistemática sobre la constitución de estrategias basadas en un enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS).

La obra cierra con un capítulo en el que se rescatan los aportes de una maestría de profesionalización dedicada a pensar la formación de profesores

desde una perspectiva CTS. En todos estos casos se armonizan los capítulos con la preocupación permanente de articular la investigación académica hecha en universidades con las experiencias e investigaciones llevadas a cabo por los profesores en las escuelas.

En síntesis, el libro nos invita a repensar la formación inicial y continua de profesores como un proceso colaborativo guiado por el principio de la investigación como el mecanismo de mejoramiento de la enseñanza mediada por el abordaje de CSC. Además, nos desafía a la construcción curricular

por parte del propio profesor, lo cual implica la superación de grandes dificultades, como la fuerte individualización de la profesión docente, el predominio de la enseñanza instrumental o técnica reducida a determinados fines y el desprecio frente a la posibilidad de generar conocimiento a partir de la enseñanza que se imparte en las diversas instituciones educativas. Unido a todo esto, el gran desafío está en la posibilidad, todavía lejana, de incidir en la política educativa pública en términos de reorientarla para el apoyo concreto a la formación de profesores en la interfaz universidad-escuela.



XX SEMANA DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

MEMORIAS-RESÚMENES

EL PAPEL DE LA MUJER EN EL DESARROLLO DE LA FÍSICA

The Women Role in Physics Development

Organizado por:

La XX Semana de la Enseñanza de la Física, llevada a cabo del 25 al 29 de septiembre de 2017 en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (SEF 2017), hizo homenaje al papel de la mujer en el desarrollo de la Física. De esta manera, el evento contó con la participación de importantes invitados nacionales e internacionales que compartieron sus experiencias científicas, académicas y personales con un total de 16 conferencias plenarias, entre otras actividades académicas como talleres y un conversatorio sobre la temática del evento. La SEF 2017 contó con la participación de alrededor de 365 asistentes quienes enriquecieron el evento con un total de 31 ponencias orales, 11 talleres y 11 ponencias póster. De esta manera, la Semana de la Enseñanza de la Física sigue consolidándose como evento icónico del Proyecto Curricular de Licenciatura en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

César Aurelio Herreño Fierro
caherrenof@udistrital.edu.co

Edwin Munevar Espitia
emunevare@udistrital.edu.co

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Conferencias plenarias

Las radiaciones ionizantes en el ámbito médico: de Marie Curie al siglo XXI

Esperanza del Pilar Infante Luna

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

epinfantel@udistrital.edu.co

Resumen: desde el descubrimiento de los Rayos X por Roentgen en 1895 y los trabajos sobre la radiactividad realizados por Marie y Pierre Curie a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, se hizo evidente el uso potencial de las radiaciones ionizantes en diferentes aplicaciones médicas. Es de resaltar que los principios físicos planteados hace más de 110 años son el fundamento de las más avanzadas técnicas tanto de diagnóstico como de terapia empleadas actualmente, las cuales han ido evolucionando gracias a la posibilidad de tratar digitalmente las imágenes, así como de combinar técnicas de producción y detección de la imagen, caso de la Tomografía por

Emisión de Positrones (PET). ¿Por qué las radiaciones ionizantes pueden ser usadas de manera exitosa en el ámbito de la salud? ¿Cuáles son las ventajas y cuáles los riesgos asociados? ¿Cuáles son los retos desde la perspectiva de la seguridad? Estos son algunos de los interrogantes que buscamos responder a partir del legado científico y humano de la primera mujer que recibió un premio nobel y la primera galardonada con esta distinción en dos disciplinas diferentes.

El papel de las mujeres en la ciencia

Ángela Stella Camacho Beltrán
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia
acamacho@uniandes.edu.co

Resumen: las mujeres han dado a la ciencia más de lo que la ciencia les reconoce, ellas siempre han mostrado su heroico afán de superación, han logrado superponerse a los abucheos, las burlas, la explotación salarial o la apropiación indebida de sus ideas. La lista de mujeres premio Nobel que inauguró Marie Curie en 1903, y de momento, cerraron en 2015 la periodista bielorrusa Svetlana Aliexiév (Literatura) y la científica china Youyou Tu (Medicina) constituye apenas un 5% de los 881 premiados (excluidos organismos) desde que se entregan en 1901. Detrás de cada una de ellas coinciden a menudo la voluntad, la modestia y el humanismo. Si el Nobel es la medida de la excelencia, solo 48 mujeres han tocado el cielo. Se mostrarán un par de ejemplos de la historia para ilustrar la necesidad de visibilizar el papel de la mujer en ciencia y las consecuencias del tratamiento sexista que todavía impera. Para Colombia se presentan datos estadísticos de la evolución y la situación actual en el país y se comparan con otros países. Estos hechos motivaron a un grupo de científicas respaldadas por la Academia Colombiana de Ciencias Exacta, Físicas y Naturales a organizarse como Red con el nombre de Red Colombiana de Mujeres Científicas y está funcionando desde marzo de 2016.

Active Engagement in Advanced Physics Courses

Corinne A. Manogue
Oregon state University, Oregon, USA
corinne@physics.oregonstate.edu

Resumen: for the past 20 years, Oregon State University has taught advanced physics courses using a variety of active engagement strategies. This talk describes and models several of those strategies, and discusses their advantages and disadvantages.

La física del experimento LHCb del CERN

Ignacio Alberto Monroy
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
ignacioalbertom@gmail.com

Resumen: el experimento LHCb del CERN es uno de los grandes proyectos en la búsqueda de nueva física en el campo de las altas energías. De todas las tareas que tiene a cargo el experimento,

quizá la más importante es la búsqueda de nuevas fuentes de procesos de generación de materia antimateria. Se presenta en esta charla una descripción general de esta temática desde un contexto histórico hasta la descripción del experimento LHCb mostrando algunos resultados experimentales recientes encontrados en los análisis obtenidos de este.

Gamma-Ray Burst: una mirada única al universo

Karla Varela

Max Planck Institute de física extraterrestre - MPE

karla.varela24@gmail.com

Resumen: los Gamma-Ray Burst (GRBs) están entre los eventos más energéticos en el universo. Son observados como rayos-gamma de altas energías emitiendo, en tan solo unos segundos, una energía isotrópica total en el rango de 10^{49} - 10^{54} ergios. Esta emisión es seguida de un “afterglow” en longitudes de onda desde radio hasta rayos-X con una duración de horas hasta semanas. El modelo general para explicar la producción del GRB y de su afterglow se conoce como el modelo del “fireball”. Este modelo asocia este fenómeno con un jet ultra-relativístico compuesto de pares electrón-positrón, fotones y bariones. Durante la evolución del jet, choques dentro del mismo jet son asociados a la emisión temprana del GRB y choques entre el jet y el medio externo son asociados al afterglow. El entendimiento de los procesos físicos durante los choques, requiere entender la generación de campos magnéticos y la repartición energética entre partículas y campos en la frontera de los choques, así como el perfil de la densidad del medio externo. Debido a la forma del espectro y a la alta luminosidad del GRB, este fenómeno ha resultado ser una herramienta básica en diferentes campos de la astrofísica. (1) Cosmología: la alta luminosidad de los GRBs permite observar radiación proveniente de miles de millones de años atrás, dando claves sobre los inicios del universo. (2) Evolución estelar: los GRBs son asociados a la muerte de estrellas masivas o al colapso de sistemas binarios (estrellas de neutrones y agujeros negros), el estudio de los espectros de los GRBs se utiliza en el estudio de población y evolución estelar. (3) Galaxias: el análisis del medio intergaláctico y el estudio de galaxias lejanas en las cuales se produce el GRB permite conocer la composición (gas y polvo) y el estudio de la metalicidad del medio interestelar en las galaxias. (4) Física de plasma y radiación: los GRBs son los escenarios perfectos para estudiar aceleración de Fermi en condiciones extremas y medir los parámetros de la emisión de sincrotrón con alta precisión.

The Geometry of Vector Calculus

Tevian Dray

Oregon state University, Oregon, USA

tevian@math.oregonstate.edu

Resumen: vector calculus as taught by mathematicians typically involves a large toolbox of algebraic manipulations, starting with the dot and cross products, and ending with Stokes' Theorem. Almost all computations are done using rectangular coordinates and the associated standard basis of unit vectors. Vector calculus as used by physicists typically involves geometric reasoning, and the frequent use of coordinates and basis vectors adapted to the symmetries that are present. These treatments are sufficiently different from each other that they constitute different languages;

students are often unable to translate. This talk describes numerous examples of these language differences, and describes curricular materials we have developed to help students bridge this gap.

Retos en el cómputo de resonancias y pseudo-modos de operadores no hermitianos con aplicación en electromagnetismo

Juan Carlos Araujo
UMEA University, Suecia
juan.carlos.araujo-cabarcas@umu.se

Resumen: una gran gama de problemas en electromagnetismo son frecuentemente modelados a través de operadores diferenciales hermitianos (autoadjuntos), donde se asumen condiciones ideales muy restrictivas. Con el objetivo de modelos más completos, estas restricciones pueden ser superadas pagando el precio al obtener como resultado operadores no hermitianos. Los modelos que involucran estos últimos se usan frecuentemente para describir sistemas que exhiben pérdidas de energía. El estudio se enfoca en sistemas electrodinámicos con fuga de energía debida a dispersión dieléctrica (pérdidas óhmicas), o a través de las fronteras del dominio físico. Así, el estudio se centra en la búsqueda de resonancias del sistema planteado como un problema de valores propios. Este puede ser no lineal en el parámetro espectral. Ejemplos y aplicaciones del caso de estudio abundan: las propiedades de dispersión de nano partículas de oro tienen aplicación en la industria médica y en la optimización de paneles solares. Del mismo modo existen avances recientes en el diseño de dispositivos tecnológicos que incluyen el estudio de resonadores fotónicos con aplicación en espectroscopía molecular, así como el uso de cristales fotónicos para el mejoramiento en comunicación, eficiencia y rendimiento de circuitos y procesadores fotónicos. Luego de la descripción del modelo, se discuten algunos de los retos que aparecen en los problemas con EDP no hermitianas. A saber, el espectro del operador se vuelve más complicado que en el caso Hermitiano, y varios teoremas de la teoría espectral autoadjunta no son aplicables (completez, convergencia de series, estimados del operador resolvente). El condicionamiento de las funciones propias adquiere una mayor importancia. Esto conduce a la definición y uso del concepto de pseudospectro como una herramienta para entender la complejidad del problema en cuestión. En general, para problemas no hermitianos se emplean métodos numéricos de aproximación. Como consecuencia del mal condicionamiento, se obtienen soluciones espurias que se mezclan con las soluciones físicas. Por esto, es de vital importancia la identificación de los autopares físicos, y con esta finalidad se propone un esquema de filtrado de bajo costo computacional. El filtro se basa en la ecuación de Lippmann-Schwinger, que es una formulación integral de volumen. Su fiabilidad se ilustra mediante la caracterización del pseudo-espectro de las diferentes formulaciones del problema. Se finaliza describiendo la técnica de filtrado, demostrando su eficacia incluso en geometrías complicadas.

Uso de átomos neutros en cristales de luz, para el estudio de sistemas cuánticos y magnetismo

Stefany Murcia Correa
Universidad ECCI, Bogotá, Colombia
Universidad Nacional, Bogotá, Colombia
lsmurciac@unal.edu.co

Resumen: el efecto de las interacciones entre partículas en sistemas cuánticos ha sido un reto para la mecánica cuántica y la física estadística. Comprender el comportamiento de electrones que interactúan en sólidos es fundamental en la ciencia cuántica moderna y es necesario para avances tecnológicos. Sin embargo, la complejidad de sus interacciones generalmente nos impide llegar a una descripción matemática exacta de su comportamiento. Precisamente los gases ultrafríos han sido diseñados como una herramienta de gran alcance para “solucionar” estos desafiantes problemas físicos. En esta charla hablaré del progreso hacia el uso de átomos neutros atrapados en cristales de luz y arreglos de iones atrapados para la investigación de fenómenos de muchos cuerpos y magnetismo. También se discutirá, por un lado, cómo el entender las interacciones de muchos cuerpos ha sido crucial para el mantenimiento preciso del tiempo y para el desarrollo de los relojes atómicos más precisos del mundo y, por otro, cómo los relojes de última generación pueden ser utilizados como laboratorios cuánticos para la implementación de materiales y tecnologías cuánticas avanzadas con capacidades más allá de las que normalmente se encuentran en materiales sólidos reales. Finalmente, se mencionará un modelo sencillo para estudiar la interacción entre los electrones en una red óptica como es el caso de los modelos de Hubbard (HM) y Hubbard iónico (IHM), los cuales permiten simular fenómenos de materia condensada que por lo general se producen en un gas de electrones de un cristal de estado sólido.

Altos campos magnéticos: una lupa al mundo de los electrones

Paula Giraldo-Gallo

National High Magnetic Field Laboratory, Tallahassee, FL, USA

Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia

pgiraldog@gmail.com

Resumen: los altos campos magnéticos son una herramienta fundamental en el entendimiento de los materiales, ya que permiten explorar la naturaleza y origen de las interacciones entre los electrones o portadores de carga, así como descubrir nuevos estados de la materia que pueden ser usados en las aplicaciones tecnológicas del futuro. En esta charla presentaré algunos aspectos relevantes de las tecnologías de generación de altos campos magnéticos, los lugares en el mundo donde se pueden generar los campos más elevados, así como algunas de las técnicas experimentales más importantes en el estudio de materiales en altos campos magnéticos. Adicionalmente, presentaré ejemplos de materiales en los cuales los estudios en altos campos han sido fundamentales para su entendimiento, y algunos de los descubrimientos más significativos.

Superconductividad y nanotecnología

William Herrera

Universidad Nacional, Bogotá, Colombia

jherreraw@unal.edu.co

Resumen: la carrera por licuar los gases, conocida como la “guerra del frío” llevó a la obtención del helio líquido en el año de 1908 y al descubrimiento de la superconductividad en

1911 por Karmeligh Onnes. Tratando de explicar este fenómeno pasaron físicos como Albert Einstein, Richard Feynman, Paul Dirac y Felix Bloch, entre otros. Sólo hasta el año de 1957 Bardeen, Cooper y Schrieffer (BCS) publican su teoría que explica la superconductividad y que nos permite entender al estado superconductor como un fenómeno cuántico macroscópico. En 1986 se descubrieron los superconductores de alta temperatura crítica, y hoy en día hay una gran variedad de materiales superconductores y de sistemas que tiene una analogía con estados cuánticos macroscópicos. La superconductividad tiene diferentes aplicaciones, especialmente en la generación de altos campos magnéticos en medicina y aceleradores. Adicionalmente, en nanotecnología se ha propuesto el uso de superconductores acoplados a nanotubos o nanoalambres para la formación de electrones entrelazados provenientes de un par de Cooper. En esta conferencia se hace una revisión de la historia y de los principales conceptos en superconductividad, así como algunos resultados que hemos obtenido para el desdoblamiento de Pares de Cooper en nanotubos de carbono.

Microscopia de efecto túnel: viendo los átomos en la pantalla del computador

Edwin Herrera

Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España

edwinherrera24@gmail.com

Resumen: en 2016 la revista Time reconoció al teléfono inteligente - en particular un iPhone - como el “gadget” más influyente de todos los tiempos [1]. La razón: cambió para siempre la forma en la que hacemos un sinnúmero de tareas diarias. Un teléfono inteligente es un conjunto de cientos de materiales que fueron descubiertos, analizados y optimizados gracias a la investigación en materia condensada. El éxito fue posible debido al estudio y comprensión de las propiedades electrónicas de dichos materiales a escala nanométrica. Una de las técnicas experimentales que ha permitido dar un salto cuántico en la búsqueda y comprensión de nuevos materiales es el microscopio de efecto túnel (STM). Esta técnica ha hecho posible avances notables en uno de los campos con más futuro dentro de la física de la materia condensada, la superconductividad; un fenómeno que aparece como una de las soluciones más prometedoras para dar respuesta a los retos energéticos de nuestra sociedad actual. En esta conferencia se presentan las propiedades básicas de un STM [2,3] y cómo el estudio de materiales superconductores a escala nanométrica [4,5] nos acerca al sueño de un cambio en el panorama energético mundial.

Emmy Nöether y su visión de las leyes de la naturaleza

Nicolás Avilán Vargas

Universidad Central, Bogotá, Colombia

navilanv@ucentral.edu.co

Resumen: el teorema de Nöether abrió las puertas a una nueva visión de las leyes de la naturaleza. Nöether mostró que cualquier simetría diferenciable tiene su correspondiente ley de conservación. Del teorema se concluye que la conservación de cantidades como la energía, el

momento lineal, el momento angular y la carga eléctrica provienen de una simetría. En la charla se presentará el teorema de Nöether y se mostrarán sus implicaciones.

Didáctica de la física más allá de lo técnico e instrumental

Olga L. Castiblanco A.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

olcastiblancoa@udistrital.edu.co

Resumen: ¿Qué significa hacer didáctica de la física y cómo se enseña a hacer didáctica de la física a los futuros maestros? Esta es la pregunta que orientó la investigación cuyos resultados se presentan en forma de una estructuración teórica para la enseñanza de la Didáctica de la Física en la formación de profesores. En ella se asume que la Didáctica de la Física tiene al menos tres dimensiones: 1) una disciplinar, que busca propiciar espacios de construcción y (re) construcción del discurso científico propio del profesor, para lo cual resulta pertinente analizar los modelos conceptuales de la ciencia desde su historia, filosofía y epistemología, por medio de ejercicios de tipo metacognitivo, 2) una dimensión sociocultural, que busca orientar al maestro en la comprensión de lo que significa llevar su discurso científico a diversos contextos escolares, para ello es necesario comprender la necesaria interdisciplinariedad en el ejercicio docente en torno a conocimientos emanados por las ciencias sociales y humanas, por medio de ejercicios de reconocimiento y análisis de las características de los diversos procesos de enseñanza y aprendizaje, 3) una dimensión de interacción en el aula, que implica comprender el aula como un sistema, en donde el rol que ejercen el profesor, el estudiante y el conocimiento científico pueden variar en función de las necesidades y condiciones del contexto, para lo cual se requiere explorar el diseño y puesta a prueba de material de apoyo en torno a las TIC, experimentación, recursos bibliográficos, entre otros.

Desarrollo de celdas solares con tecnología de película delgada: investigación y enseñanza

Clara Lilia Calderón Triana

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

clcalderont@unal.edu.co

Resumen: el uso de energías provenientes de fuentes renovables es cada vez más importante debido al agotamiento de los recursos no renovables y a la creciente contaminación ambiental. Aunque se utilizan muy poco las energías renovables en la Tierra, su uso ha crecido rápidamente en los últimos años, siendo la energía solar una de las más usadas debido en gran parte al desarrollo de la tecnología de las celdas solares, las cuales permiten convertir la energía solar en energía eléctrica. En este trabajo se fabrican celdas solares con estructura Mo/Cu(In,Ga)Se₂/Buffer/n+-ZnO/Ag y Mo/CuInS₂/Buffer/n+-ZnO/Ag, para lo cual se depositaron películas delgadas semiconductoras que se caracterizaron ópticamente, morfológicamente y estructuralmente. De otro lado, es importante enseñar a las nuevas generaciones el uso y la protección de los recursos naturales renovables; por medio del sistema educativo y sus recursos pedagógicos y metodológicos se puede crear en las personas desde temprana edad la suficiente conciencia y motivación

para emplear fuentes de energía renovables y utilizar nuevas tecnologías para la generación de energía eléctrica. En este trabajo se presenta la forma como se fomentó el uso de la energía solar y de celdas solares en estudiantes de bachillerato en colegios de Bogotá.

Ingeniería de nanomateriales termoeléctricos para conversión y recuperación de energía

Doris Cadavid

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia
dycadavidr@unal.edu.co

Resumen: uno de los mayores retos de la civilización actual es el uso proporcionado y eficiente de la energía. En la mayoría de máquinas y dispositivos que encontramos actualmente, una parte considerable de la energía se pierde en forma de calor. Para recuperar esta energía perdida, idealmente, se podrían utilizar dispositivos de conversión entre energía térmica y eléctrica, como los dispositivos termoeléctricos de estado sólido, entre otros. Estos dispositivos son duraderos, silenciosos y escalables. Sin embargo, el alto costo de producción de los materiales base, unido a la baja eficiencia de conversión de materiales y dispositivos, ha obstaculizado su uso en la recuperación de energía y otras aplicaciones. Los materiales nanoestructurados tienen un gran potencial y ofrecen nuevas herramientas para superar las dificultades actuales y permitir el despliegue de sistemas termoeléctricos eficientes en una gama amplia de aplicaciones. El control de las propiedades de transporte de energía y carga de los materiales a utilizar son claves para garantizar la eficiencia de los dispositivos termoeléctricos. La optimización fina de estas propiedades sólo puede alcanzarse cuando se trabaja en la ingeniería de los nanocompuestos, con elevado control sobre los parámetros estructurales y químicos a múltiples escalas de longitud. En esta charla se profundiza en un enfoque particularmente adecuado para producir nanocompuestos con un nivel único de control sobre sus parámetros estructurales y de composición y su ingeniería a partir de nanopartículas procesadas en solución.

Ponencias Orales

Desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en la enseñanza de la física

Y. Fonseca, O. Castiblanco

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
yenfoninc@gmail.com, olcastiblancoa@udistrital.edu.co

Resumen: este trabajo analiza el diseño e implementación de una metodología de enseñanza de la física que permita favorecer habilidades de pensamiento crítico y reflexivo en un grupo de estudiantes de grado undécimo de un colegio público de Bogotá. Por medio del trabajo cooperativo en el aula, se ha construido el problema de investigación relacionado con el tipo de estrategias que pueden favorecer el desarrollo de pensamiento crítico, a través de la investigación acción. Según López [1] aunque “el desarrollo del pensamiento crítico es una meta educativa de incuestionable validez, preocupa que en la práctica no se lleve a cabo la integración de

estrategias de pensamiento crítico en el currículo ni se promueva el uso de la capacidad crítica en los estudiantes” y es aquí donde se pretende con esta investigación que los estudiantes a través de las diversas actividades que se le presentan en el aula de clase, se le fomentan cinco habilidades básicas de pensamiento crítico como son análisis, interpretación, inferencia, explicación y autorregulación. Se parte de situaciones de su cotidianidad, de sus gustos e inquietudes para proponer experiencias que los acerquen al reconocimiento del fenómeno y que les permita exponer sus ideas y debatir con el grupo.

Propagación de la luz en multicapas de medios isotrópicos

B. Garibello, N. Avilán, C. Herreño

Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia

Universidad Central, Bogotá, Colombia

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

bgaribellos@ucentral.edu.co, navilanv@ucentral.edu.co, caherrenof@udistrital.edu.co

Resumen: se realizan simulaciones para los parámetros ópticos de reflectancia, transmitancia y absorptancia en función del ángulo de incidencia de una onda monocromática que incide sobre una multicapa de materiales isotrópicos, lineales y homogéneos, comenzando con la interfaz dieléctrico-metal, continuando con la ya conocida configuración de Kretschmann, en la cual se pueden detectar absorciones inusuales debidas a plasmones de superficie en la interfaz vidrio-oro [1]. Se deduce y simula el perfil de campo eléctrico para ondas TE y TM, continuando con el enfoque de matrices 2x2 para la generalización a un número arbitrario de materiales [2], encontrando gráficas que de nuevo representan los parámetros ópticos en función de ángulo de incidencia, para luego determinar analíticamente el perfil de campo para materiales del interior de la multicapa. El modelado y la simulación de los parámetros ópticos es fundamental en la detección del ángulo de plasmón, en el cual aparecen absorciones inusuales de los materiales. Para dicho ángulo se simula el perfil de campo eléctrico para las capas interiores para polarizaciones p y s, con lo cual es posible detectar sobre qué interfaz se produce excitación plasmónica.

El sueño de la relatividad: la nueva historia (Jean Einsenstaedt)

O. Bóhorquez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

oabohorquezp@unal.edu.co

Resumen: la presente ponencia pretender poner al alcance de todos los miembros de la comunidad académica las investigaciones de tipo histórico realizadas por Jean Einsenstaedt en estas se evidencia una versión alterna de la historia de la física que se sale de la línea de tiempo convencional a continuación se presenta la reseña de su libro Antes de Einstein: relatividad, luz y gravitación. “Al hablar de relatividad se asocia de inmediato el nombre de Einstein y sus teorías. Sin embargo, nos dice el autor, la relatividad es uno de los conceptos de la física clásica: el principio de relatividad se estudia al menos desde Galileo y Newton, y se utilizó durante mucho tiempo en el campo de las partículas y de los objetos móviles. Fresnel, Maxwell, Lorentz, Poincaré y muchos más fueron

quienes desempeñaron un papel en esta historia. Este libro presenta los avances que se han dado en materia de relatividad, haciendo una profunda revisión de lo que se sabía al respecto antes de que Einstein estableciera sus teorías en 1905, siendo quizá la contribución más importante de esta obra el relacionar el fenómeno de la relatividad con la naturaleza de la luz y la fuerza de gravedad”.

Modelos explicativos sobre la estructura atómica de los elementos a partir del estudio de la espectroscopía atómica en la escuela secundaria

Mayra Alejandra Ramos Bonilla

Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia

alejandraramos122@gmail.com

Resumen: este documento expone los avances de una propuesta de investigación situada en el marco de formación en Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la UPN. Basada en la enseñanza en la escuela secundaria de la mecánica cuántica. Considerando con ello, las investigaciones respecto a su desarrollo y las implicaciones de cambio de paradigma en el que se constituyó hacia finales del siglo XIX; y los trabajos sobre su enseñanza. La orientación pedagógica se concibe en términos de la pregunta ¿Cómo a partir de un análisis sobre los espectros atómicos es posible que las estudiantes del seminario de profundización de Pre- Ingeniería del CNG, pueden establecer un modelo sobre la estructura atómica de los elementos químicos? En este sentido se toma como base metodológica la fenomenología, considerando que la formalización del fenómeno elaborada por las estudiantes surge a partir de la construcción de las explicaciones, mediadas por la experiencia.

Actividades tecnológicas escolares desde el componente cts y el diseño

Claudia Patricia López Segura, Wilson Camilo Calderón Vanegas

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

biologiaclaudia@yahoo.es, wilsoncalderonvanegas@hotmail.com

Resumen: el presente trabajo está orientado a la enseñanza de competencias desde el enfoque de ciencia tecnología y sociedad, en el contexto de la exploración espacial con el fin de desarrollar los desempeños “Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias, tecnología y su impacto en la sociedad” y desde el diseño “Diseño, construyo y pruebo prototipos de artefactos y procesos como respuesta a una necesidad o problema, teniendo en cuenta las restricciones y especificaciones planteadas” propuestos por el MEN (2008). La población en la cual se desarrolló este trabajo corresponde a estudiantes del Colegio Gimnasio Marroquín campestre con estudiantes de grado noveno.

Motivando a los jóvenes de la I.E.D. Colegio el Libertador, en el estudio de la ciencia, a través de la astronomía

J. Morales

Colegio el Libertador I.E.D., Bogotá, Colombia

jkata.morales@gmail.com

Resumen: a inicios del año 2017 en la Institución Educativa Distrital Colegio El Libertador, se crea el Club de Astronomía: “Viajeros del Universo” el cual se ofrece a los estudiantes de los grados 6o a 11o, quienes participan voluntariamente y motivados por su espíritu científico y deciden dedicar un espacio de sus días para aprender sobre Astronomía, generando así un pensamiento científico que se proyecta al desarrollo de la comunidad. Una de las motivaciones más importantes para crear este club, fue la necesidad de ofrecer espacios diferentes al aula para los estudiantes, donde pudiesen realizar actividades que les generaran conocimiento, habilidades y competencias aprovechando su tiempo libre. Es por esto que se decidió recurrir a la Astronomía, ya que poco se trabaja en el aula de clase debido a los currículos académicos, pero que a su vez genera múltiples interrogantes, mitos, desafíos y sueños. El club abre sus puertas con la orientación de las maestras Katherine Morales docente de Física y Anamilena Mavesoy docente de Ciencias Sociales; quienes motivadas por la ausencia de estos espacios de crecimiento científico deciden abrir la convocatoria a los estudiantes de bachillerato. Ante la incredulidad y escepticismo que genera este tipo de trabajo en el colegio se abre espacio a la odisea de crear un proyecto que genere interés e impacto tanto en los estudiantes como en la comunidad educativa. Así mismo, se realizó el contacto con el Planetario Distrital quien a través de su programa club semilleros de Astronomía, apoya a las instituciones educativas de la ciudad en la creación y desarrollo de estos. Indiscutiblemente este tipo de conocimiento debe salir del aula para que los estudiantes abran sus mentes, contemplen otras posibilidades, aprendan a relacionarse con espacios que ofrece la ciudad, desarrollar competencias ciudadanas y sobre todo correlacionar la teoría con la práctica; es así como las salidas al Planetario Distrital y al Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional han sido un factor sin duda motivante para el crecimiento del espíritu científico en los estudiantes. Otra de las estrategias utilizadas, ha sido la vinculación de los padres de familia en el conocimiento del trabajo que realizan los estudiantes que hacen parte del club, es por esto que se tuvo la oportunidad de organizar una observación nocturna con el apoyo del Planetario Distrital donde los padres conocían el trabajo, pero al mismo tiempo tenían un acercamiento a conceptos básicos de Astronomía orientados por sus propios hijos.

Olimpiadas colombianas como una forma distinta de enseñanza y motivación para la física

G. Mejía, J. Betancourt, C. Forero
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia
gmejias.gmm@gmail.com

Resumen: la enseñanza de la física en el bachillerato colombiano es un tema que actualmente enfrenta retos en cuanto a la motivación, confianza y exigencia para con el estudiante. A su vez, siempre se corre el riesgo de que personas con altas capacidades y talento pasen por la secundaria sin tener la oportunidad de ahondar en el estudio de las ciencias, a razón de que simplemente no se les presentaron las oportunidades (maestros que generen incentivos) para lograrlo. Este trabajo está enfocado en compartir la experiencia de aprendizaje de tres estudiantes de altas capacidades quienes recientemente obtuvieron reconocimientos en la olimpiada internacional de física (IPhO). Dichos estudiantes tuvieron la fortuna de entrar al programa de entrenamiento de las Olimpiadas Colombianas de Física, donde se usan modelos alternativos de enseñanza que

pueden ser útiles y aplicables en un aula de trabajo convencional. Así pues, durante la presentación se expondrán algunas estrategias usadas por los estudiantes y se darán a conocer diversos factores y experiencias que contribuyeron a mantenerlos motivados en momentos de dificultad.

Desarrollo de las potencialidades de la esencia de ser mujer como aporte en el desarrollo de la física

C. Paredes

SED Lemo, Bogota, Colombia

niani16@hotmail.com

Resumen: es atrayente en pleno siglo XXI con una sociedad contextualizada en una avanzada tecnología, que minimiza cada vez la brecha entre lo posible y lo imposible. Donde los límites del conocimiento no difieren los géneros biológicos en su función y razón. Y, sin embargo, hacer un pare y pensar en argumentos por los cuales solo dos mujeres han sido galardonadas como premios Nobel de Física, suena un poco absurdo y complejo de considerar, pero bastante atrayente de examinar. Así mismo lo hace retador y es por ello que después de relacionar y diferenciar algunas posibilidades se expone en este texto como temática explicativa de este “fenómeno” que las dos mujeres premios nobel de física desarrollaron todas sus potencialidades desde la esencia de ser mujer, así que su cognición, intuición, ser madre, esposa, racional y con un pensamiento complejo son la principal causa para el reconocimiento, a pesar de la cultura de dominio de géneros.

Acercamiento experimental a la cinemática de alto orden

M. Mancera, D. Hernández, and J.E. García-Farieta

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

manceramateo@gmail.com, danielfranciscohe@gmail.com, jegarciaf@correo.udistrital.edu.co

Resumen: con el objetivo de estudiar el Jerk se realizó un montaje experimental donde este fenómeno sea más prolongado en el tiempo, para esto se construyó una máquina de atwood con una de sus masas variables y se analizó su aceleración, velocidad y posición, haciendo una comparación entre un movimiento con aceleración constante y el caso en que esta varía en el tiempo, para dicha medición se usó video análisis con el programa Tracker. La cinemática de alto orden permite contemplar qué significan físicamente las derivadas superiores del movimiento. En este trabajo el objeto de estudio es la tercera derivada de la posición, conocido como Jerk, esta magnitud indica la tasa de cambio de la aceleración y se relaciona con una fuerza que varía en el tiempo. El montaje arrojó datos útiles que permiten comprender fenómenos más cercanos a la realidad.

Ecuación $r(t)$ de una partícula en un vórtice de Rankine

H. Laserna, S. Silva, A. Hurtado

Universidad Distrital Francisco José de Caldas,

hylasernad@correo.udistrital.edu.co, slsilvas@correo.udistrital.edu.co,

ahurtado@udistrital.edu.co

Resumen: el recorrido de una partícula en un vórtice generalmente tiende a rotar y entrar al eje de giro. ¿Cómo es su formación analítica desde la matemática? y ¿qué sentido físico tiene dicha ecuación?, son interrogantes que se desarrollarán en este trabajo. Para ello disponemos del análisis teórico haciendo seguimiento de una partícula y de su radio en función del tiempo. Mediante la integral exponencial y su inversa encontrada mediante los polinomios de Chebyshev se resolverá la ecuación del radio en función del tiempo de la partícula que rota en un vórtice de Rankine formado en un fluido ideal (sin viscosidad).

Aspectos trascendentes de la elipsometría

J. Reyes, C. Herreño

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
jareyesv@correo.udistrital.edu.co, caherrenof@udistrital.edu.co

Resumen: la Elipsometría surge como una técnica experimental cuyo fin es el inferir el valor de diversas constantes ópticas como lo son la función dieléctrica (ϵ), la conductividad (σ) y el índice de refracción (n) de una muestra. A partir del cambio del estado de polarización de un haz de luz que incide sobre ella, este cambio se representa a partir de los parámetros elipsométricos (Ψ) y (Δ) los cuales pueden ser medidos con una muy alta precisión a partir de ciertas configuraciones de instrumentos ópticos ampliamente implementados y que a partir del estudio de la ecuación de onda de la OEM junto al modelo de Drude y el modelo de Lorentz, apoyados de un formalismo matemático fundamentado en el álgebra matricial y la implementación de métodos numéricos se encuentran la dependencia de dichas constantes Ópticas en función de los parámetros elipsométricos. Este trabajo se presenta con el fin de presentar las configuraciones elipsométricas más implementadas como lo son la Elipsometría espectral, la Elipsometría nula y la Elipsometría fotométrica, reconociendo el papel del formalismo matemático, el análisis de gráficas y el modelamiento físico para la determinación de dichas constantes ópticas en cada configuración.

Configuración de un reflectómetro angular

Daniel Montaña, César Herreño

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
drmontanap@correo.udistrital.edu.co, caherrenof@udistrital.edu.co

Resumen: el estudio óptico de materiales no sólo ha permitido comprender mejor sus propiedades, sino también aprovecharlas con fines tecnológicos. Para dicho fin, se hace necesario el uso de diferentes métodos y técnicas experimentales. La reflectometría, es de forma general uno de los métodos más usados, dado que a través del análisis de la reflexión de la luz sobre materiales, y su relación con la incidencia de la misma (reflectancia) es posible estudiar diversos fenómenos y propiedades ópticas que caracterizan un material. El montaje usado es conocido como reflectómetro que consiste principalmente en una fuente de luz láser, una configuración de distintos filtros que permiten ajustar la polarización e intensidad del haz, y dos detectores (fotodiodos) que miden la intensidad de los haces incidente y reflejado. La muestra en la cual se refleja la luz, descansa sobre un goniómetro que posiciona dicha muestra a un ángulo de incidencia sobre el cual

se desee trabajar. En campos tales como la plasmónica, efectos magneto-ópticos, elipsometría e incluso cristalografía, el reflectómetro angular forma la base de diversos mecanismos de análisis de materiales (elipsómetros, reflectómetro TMOKE, difractómetros, entre otros). Particularmente en plasmónica, la reflectancia se relaciona a la resonancia de plasmones superficiales, y teóricamente está en función de diferentes parámetros como los coeficientes de Fresnel que relacionan el ángulo del plasmón y nos permite determinar bajo qué condiciones la resonancia plasmónica es óptima. En este trabajo se presenta la construcción y configuración de un reflectómetro angular en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, como parte de la implementación de nuevos recursos para la investigación experimental en el campo de la óptica y en particular de la plasmónica en la Universidad. Dicha configuración se basa en la automatización de un goniómetro con resolución angular del orden de décimas de miliradián y un sistema de adquisición de datos mediante un programa desarrollados en LabVIEW-NI National Instruments Corporation. Se presentan resultados de la dependencia angular de la reflectancia para películas delgadas de oro obtenidos en nuestro reflectómetro automatizado con un láser de 633 nm. Dichos resultados se contrastan con resultados reportados en la literatura, en donde se aprecia un excelente ajuste.

Modelo dinámico de atropello con vehículo tipo caja

S. Ortiz, A. León, and O. Bohórquez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

oabohorquezp@unal.edu.co

Resumen: la reconstrucción de accidentes de tránsito es un área de la investigación criminalística que tiene como fundamento la física, en particular la mecánica clásica del punto. Con el fin de aplicar estos conocimientos, el presente trabajo desarrolla un modelo Dinámico para un atropello de un peatón con un vehículo tipo caja, el cual permite a partir de la posición final del vehículo, la víctima y sus lesiones determinar las circunstancias de modo, tiempo y lugar en el que ocurrieron los hechos. Como resultado de este análisis dinámico al sistema se desarrolla un programa en C++ el cual permite automatizar dicho escenario para cualquier circunstancia que sea compatible con el modelo, ya que el programa permite determinar la posible velocidad del vehículo al momento de los hechos, así como determinar la posible área de impacto sobre la vía.

Medición del coeficiente de Einstein en una fibra de erbio dopada

D. A. Cajamarca, C. A. Herreño

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

dacajamarcag@correo.udistrital.edu.co, caherrenof@udistrital.edu.co

Resumen: con el surgimiento de la teoría cuántica, se desarrollaron planteamientos sobre la naturaleza del átomo. Éstos incluían la cuantización de la energía de los electrones la cual supone la imposibilidad de que el espectro de energías accesible por el electrón sea continuo. De la misma forma la teoría suponía que un átomo en estado estacionario no presenta ningún tipo de alteración (absorber o emitir energía), conservando su estado inicial [1]. Sin embargo, pudo observarse que los átomos en estado excitado emitían fotones, sin necesidad de perturbaciones

externas, lo cual conllevaba un decaimiento a un estado de energía más bajo. A este fenómeno se le denominó emisión espontánea (A). Por otra parte, a la emisión de un fotón a causa de la interacción entre un fotón y un electrón excitado en donde se producen dos fotones, se conoce como emisión estimulada (B). El cociente entre las dos clases de emisiones es lo que conoce como el coeficiente de Einstein [2], cuya relación permite mostrar la facilidad de emisión de fotones en un material. En este trabajo se presentan los resultados de la medición del coeficiente de Einstein para una fibra de erbio dopada usando un láser de fibra óptica comercial (P5.8.7.1 Leybold®)[3]); con el cual se logró caracterizar las propiedades ópticas del material componente de la fibra y de ello obtener la eficiencia para producir los fotones encargados de transmitir la información a través de la fibra. El análisis presentado incluye una relación entre la capacidad de excitación de los átomos del material y la emisión de fotones. Por otra parte, se presenta el montaje experimental y su análisis como una alternativa para abordar la enseñanza de los fundamentos relacionados como lo son: niveles de energía, excitación de electrones, reflexión de la luz, índice de refracción, emisión espontánea e inducida, entre otros.

Cálculo de la probabilidad de fotofisión de núcleos pesados

S. Villamil, E. Munévar, G. Calderón

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

villamil_47@hotmail.com, emunevare@udistrital.edu.co, gcalderont.25@gmail.com

Resumen: experimentos llevados a cabo en diferentes laboratorios (Novosibirsk [1], Jefferson Lab [2], entre otros) en un amplio rango de energía evidenciaban que la probabilidad de fisión inducida por fotones reales en núcleos pesados (Z, A) presenta un comportamiento muy particular con la energía del haz de fotones E y con el parámetro de fisibilidad Z^2/A . Para energías del fotón por encima de 1 GeV, la probabilidad que un núcleo pesado fisione es menor que uno; este valor se mantiene constante incluso para valores mayores de energía. Por otro lado, la probabilidad de fotofisión tiende a saturarse con la energía a valores por encima de la escala de energía nuclear que dependen de Z^2/A . La forma estándar de estudiar dicho comportamiento consiste en dividir el proceso de fotofisión en dos etapas: etapa de cascada intranuclear y etapa de cascada evaporativa. En la primera etapa, el fotón incidente inicia una cascada intranuclear en la cual algunas de las partículas involucradas pueden escapar del núcleo dejando como resultado un núcleo residual en un estado excitado conocido como núcleo compuesto. La desexcitación de dicho núcleo compuesto se lleva a cabo en la segunda etapa a partir de diferentes posibles mecanismos de evaporación de partículas y/o fisión. Siguiendo el esquema anterior, en este trabajo se presentan los resultados preliminares del cálculo de la probabilidad de fotofisión para los núcleos pesados ^{232}Th , ^{233}U , ^{235}U , ^{238}U y ^{237}Np en un rango de energías del fotón incidente desde 100 MeV hasta el umbral de producción de tres piones.

Una manera de observar cómo el oxígeno es paramagnético

C. Buitrago; M. Roncancio

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

csbuitragop@correo.udistrital.edu.co, maroncancioh@correo.udistrital.edu.co

Resumen: se expondrá la experiencia realizada en la tercera escuela de ciencias organizada por Colciencias en la última de semana de junio del presente año. Fue un laboratorio hecho por parte de nosotros cuyo objetivo era mostrarles a los estudiantes de distintos colegios distritales que participaban de dicha escuela de cómo es que el oxígeno es paramagnético. Por lo cual se realizó un montaje experimental que muestra con detalle dicho fenómeno. La idea es explicar qué es el concepto de paramagnetismo y por qué el oxígeno es paramagnético. El laboratorio se realizó a bajas temperaturas en los Laboratorios de la Universidad de los Andes en los cuales existe la seguridad permanente ya que hubo manipulación de nitrógeno líquido. Por ende, no se hará la práctica de laboratorio, sólo se expondrá lo realizado.

Modelo básico para describir el sol

C. Espinosa, J. Padilla

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
camiloes90@hotmail.com, juannicolás86@gmail.com

Resumen: el Sol es la principal fuente de energía para la vida de la biosfera terrestre, así como futuro energético de la humanidad. En la actualidad, el monitoreo de la actividad solar es habitual, la comunidad científica, con la ayuda de satélites dedicados al estudio del Sol, caracteriza el astro, edificando un punto de referencia que permite estudiar más estrellas, así como teorizar la génesis y evolución del sistema solar. Esta ponencia propone, por medio de ecuaciones físico-matemáticas básicas de secundaria, además de unas páginas web de satélites dedicadas al estudio del Sol las 24 horas del día y un programa computacional sencillo que permite realizar análisis de las imágenes, una manera de caracterizar al Sol que funcione como metodología para el estudio del Sol en comunidades donde no se tenga la oportunidad de contar con aparatos de observación o medición directa del Sol.

Movimiento browniano: sumario de su evolución histórica, una descripción general y el cambio en la concepción de la composición de la materia

D. Mera

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
dfmerav@correo.udistrital.edu.co

Resumen: la descripción completa del movimiento Browniano, culminada por Albert Einstein en su artículo "On the movement of small particles suspended in a stationary liquid demanded by the molecular - kinetic theory of heat" en 1905, supuso un cambio en la concepción sobre la composición y la estructura de la materia; validando así la teoría cinético molecular. Sin embargo, las observaciones de este movimiento datan del siglo XVIII y las diferentes hipótesis que trataron de explicar su naturaleza conforman la evolución de la concepción del hombre respecto a la composición de la materia. El botánico Robert Brown, con sus polémicas observaciones, es quien abriría el camino para que la física se interesara por un movimiento casi trivial para la época, pero que revolucionaría por completo las ideas que se tenían sobre la estructura primordial de la materia y que aún hoy siguen siendo de interés y de provecho en diferentes campos del conocimiento. En este trabajo se

hace un resumen de las ideas más importantes del botánico y de las investigaciones realizadas por Albert Einstein que desembocarían en la comprobación experimental de la existencia del átomo.

Retratos olvidados: recordando algunos nombres y lo que estos nos han aportado

C. Ayala

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
cjayalar@correo.udistrital.edu.co

Resumen: a lo largo de un milenio, desde que la ciencia comenzó su retorno a Europa, se han dado grandes avances en la rama que compete a nuestro estudio; sin embargo, aunque grandes nombres destacados en el área de la física han impactado y han dejado una huella la cual no será borrada fácilmente; algunos otros apenas si llegan a tomar relevancia a pesar de que sus contribuciones han representado, en algunos casos, un aporte significativo para la física, ya sea la resolución de un problema, la comprensión de estos de una manera más sencilla o un descubrimiento asombroso. De esta manera, se propone traer algunos de estos nombres a la vigésima semana de la enseñanza de la física, los cuales no son muy recordados e incluso son olvidados en ocasiones, resaltando sus aportes a nuestro campo y a la concepción actual que tenemos del mundo.

Sophie Germain, una mujer con vista en el sonido

Herley Santiesteban

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
hsantiestebanc@correo.udistrital.edu.co

Resumen: se presenta una breve historia de Sophie Germain, sus conexiones, logros y aportes a la física, como resultado del análisis del texto de Margaret Alic sobre su vida y obra. En 1808 el ingeniero Ernst Chladni presentó en París, experimentos sobre la propagación de ondas en superficies elásticas, frotando un arco de violín sobre una placa cuadrada en la cual había espolvoreado arena, haciéndola vibrar a diferentes frecuencias para formar diferentes figuras. Napoleón al ver esto pidió a la Academia de Ciencias de París ofrecer un premio a quien trabajara en esto; la Academia de Ciencias ofreció el premio “Grand Prix” que ofrecía cada año bajo un concurso que premiaba al mejor trabajo en Ciencias y Matemáticas, esta vez a quien diera una teoría matemática sobre la vibración en superficies elásticas. Sophie Germain quien había dedicado su vida a la matemática, de manera clandestina bajo el seudónimo de Antoine-Auguste Le Blanc (estudiante de la escuela politécnica de París en donde no se admitieron mujeres hasta 1972) con el cual había presentado numerosos trabajos en Matemáticas y teniendo relación con personajes de renombre como Lagrange, Laplace, Legendre, Gauss y otros más, participó en este concurso presentando tres trabajos seguidos hasta obtener el “Grand Prix” de la Academia de Ciencias de París, lo que la llevó a la cima de su carrera, gracias al matemático Jean-Baptiste Joseph Fourier que le permitió participar en la Academia de Ciencias. Se muestran las figuras utilizando las placas sonoras LEYBOLD-HERAEUS, con un software graficador de funciones en 3D que muestra los puntos nodales en la placa para poder explicar el origen de las figuras.

Enseñanza de la Astronomía mediante la simulación topocéntrica de las constelaciones

C. Pardo, H. Laserna, S. Silva, A. Hurtado

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
capardog@correo.udistrital.edu.co, hylasernad@correo.udistrital.edu.co,
slsilvas@correo.udistrital.edu.co, ahurtado@udistrital.edu.co

Resumen: la enseñanza de conceptos implementados en el área de la astronomía despierta el interés de gran parte de la comunidad perteneciente o no a la academia, pero algunos de los métodos utilizados en dicho proceso educativo no suelen ser adecuados para una mejor comprensión. Es por ello, que en el presente trabajo se empleará una metodología basada en el modelo pedagógico romántico, con el fin de exponer y desarrollar claramente el trabajo “simulaciones topocéntricas de las constelaciones zodiacales”, en el que se analiza la posición de los astros en dichas configuraciones.

El Jerk como herramienta para la enseñanza de la cinemática más allá de los textos tradicionales

D. Hernández, M. Mancera, J.E. García-Farieta

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
danielfranciscohe@gmail.com, manceramateo@gmail.com, jegarciaf@correo.udistrital.edu.co

Resumen: usualmente la cinemática es el primer tópico que se aborda en los primeros cursos de física, en estos se reflexiona sobre los conceptos de espacio y tiempo, y se utiliza el cálculo infinitesimal para crear relaciones matemáticas que permiten describir el movimiento de una partícula bajo circunstancias muy específicas. En muchos casos la idea de movimiento no va más allá de la aceleración constante. En este trabajo se aborda de manera constructiva la enseñanza de la cinemática desde la perspectiva de derivadas de alto orden, en la que el concepto de Jerk -entendido como la razón de cambio de la aceleración en el tiempo, y al que pocas veces se le da la importancia adecuada- permite describir movimientos más complejos que los textos universitarios tradicionalmente no abordan. A pesar de ser escasos estos fenómenos, resultan muy cautivantes para ser observados y podrían ser una herramienta útil para el estudio de la mecánica clásica dando una visión más holgada y minuciosa del movimiento. Es por eso que aquí se hace una invitación tácita a no prescindir de este concepto valioso para la comprensión profunda de la cinemática.

Análisis del sistema biela-manivela y motor con ciclo Otto y ciclo Diesel reales para el planteamiento de un pistón electromagnético

R. Rubiano, E. Munévar

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
joanrubiano@gmail.com, emunevare@udistrital.edu.co

Resumen: en este trabajo se propone llevar a cabo el análisis cinemático de un sistema biela-manivela mostrado en los diversos motores de vehículos; a su vez, se propone

realizar el análisis térmico que poseen tales máquinas ya que sus comportamientos vienen descritos por los ciclos de Otto y Diesel debido a su eficiencia mecánica que oscila entre el 20% y 30%; el presente documento representa una primera propuesta referente al modelo biela-manivela en el cual se desea reemplazar tanto el émbolo como el gas dados en estos motores para proceder a modelar un nuevo sistema compuesto de imanes y corrientes de circulación.

Materialismo dialéctico para la comprensión de la física contemporánea

J. Padilla

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

juannicolas86@gmail.com

Resumen: el propósito de esta ponencia es dar cuenta que la relación entre la ciencia física y la filosofía materialista permite enriquecer, por medio de las leyes dialécticas, las herramientas lógicas para la comprensión de fenómenos que podemos llamar complejos desde el campo de la lógica formal. Además de brindarnos tales herramientas de comprensión, supone indagar en el aspecto epistemológico de la ciencia desde la perspectiva del materialismo dialéctico; en otras palabras, supone un análisis de la construcción del conocimiento científico, sobre todo, en los campos emergentes de la ciencia como son: La Teoría de la Relatividad y la Mecánica Cuántica, entre otras, (que se usarán como ejemplos de análisis en esta ponencia). Por una parte, la filosofía materialista, regida por la lógica dialéctica, estudia las leyes más generales que gobiernan el movimiento de los fenómenos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento del hombre; en este mismo sentido, formula el movimiento como propiedad intrínseca de la materia, en razón de que ésta se encuentra en constante cambio y transformación. Por otro, tenemos a la ciencia física, como campo de conocimiento que estudia las leyes que gobiernan los fenómenos de la naturaleza y las transformaciones de la materia desde el microcosmos al macrocosmos.

Sensibilidad al entorno dieléctrico de las propiedades plasmónicas del oro

A. Rodríguez, P. Quiroga, C. Herreño

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

axrodriguezr@correo.udistrital.edu.co, paoqui23@gmail.com, caherrenof@udistrital.edu.co

Resumen: la detección bioquímica basada en resonancias plasmónicas superficiales SPR (por sus siglas en inglés), es una de las más prominentes aplicaciones de la plasmónica, la cual se basa en el confinamiento de ondas electromagnéticas en la superficie de un metal fuertemente acopladas a oscilaciones colectivas de los electrones libres del mismo llamadas plasmones superficiales. El fuerte confinamiento de estas resonancias a la superficie del metal explica su excepcional sensibilidad a los cambios en el entorno dieléctrico y constituye el mecanismo de detección que ampliamente se utiliza hoy día en aplicaciones como biomedicina, detección de patógenos o en terapias alternativas para tratamientos de cáncer. En este trabajo se presenta un estudio de la sensibilidad al entorno dieléctrico de

las resonancias plasmónicas en películas de oro. El sistema consiste en una película de oro de 38 nm de espesor crecida sobre sustrato de vidrio que es iluminada en condiciones de reflexión interna total (configuración de Kretschmann) con un láser de 533 nm. Sobre el sistema se considera una capa de SiO₂ de espesor variable que simula los cambios en el entorno dieléctrico y permite evaluar el principio de detección reflectométrica. El análisis consiste en calcular la evolución de la dependencia angular de la reflectancia del sistema como función del espesor del SiO₂. El problema de propagación de la luz en este sistema es tratado con el método de matriz de transferencia, con el que se calcula la reflectancia de la estructura. Los resultados son contrastados con resultados experimentales y permiten obtener el límite de detección de la estructura. Adicionalmente se sugiere un modelo de sensibilidad para explicar el corrimiento angular de la reflectancia en este sistema y así cuantificar la sensibilidad de la estructura

Plasmones superficiales en sistemas multicapas de oro-dióxido de silicio

L. P. Quiroga, C. A. Herreño, E. J. Patiño

1Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

paoqui23@gmail.com, caherrenof@udistrital.edu.co

Resumen: los plasmones superficiales son oscilaciones colectivas de los electrones libres de un metal fuertemente confinadas a la superficie y acopladas a una onda electromagnética propagante y evanescente. La excitación de este tipo de modos en estructuras metálicas continuas es posible mediante configuraciones ópticas que permiten el acoplamiento de una onda evanescente incidente con los plasmones superficiales. En este proceso, la radiación incidente se acopla con los plasmones dando lugar a lo que se conoce como plasmón polaritón. Las propiedades extraordinarias de estas excitaciones se deben fundamentalmente a su fuerte confinamiento superficial y al acoplamiento con la radiación incidente. Dichas propiedades han motivado aplicaciones en el campo de los detectores bioquímicos y el desarrollo de una nueva tecnología denominada plasmónica. Los desarrollos en estos campos requieren de la caracterización de estas resonancias en estructuras elaboradas (multicapas y sistemas nanoestructurados), en donde se ha podido demostrar el control de la respuesta óptica efectiva de las estructuras como resultado de la manipulación de las propiedades de los plasmones superficiales, las cuales, a su vez, pueden ser controladas modificando los parámetros de estructura y composición de estos sistemas elaborados.

En este trabajo se presenta, un estudio experimental de la dependencia angular de la reflectancia de sistemas multicapa de oro y dióxido de silicio en condiciones de reflexión interna total (configuración de Kretschmann). Esta configuración permite la excitación de diferentes modos plasmónicos en estas estructuras. El crecimiento de las estructuras se lleva a cabo en un sistema de ultra alto vacío mediante evaporación con cañón de electrones. El reflectómetro angular cuenta con un goniómetro automatizado de alta resolución (<1 mrad), y un láser de 533 nm en polarización TM que ilumina el sistema multicapas a través de un prisma. Los resultados permiten caracterizar la evolución, calidad y acoplamiento de las resonancias plasmónicas en función de los parámetros estructurales como espesores y número de capas.

Calculo ab *initio* de la estructura del pentaóxido de tantalio Ta₂O₅

M. Roncancio, D. Salazar

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
maroncancioh@correo.udistrital.edu.co, deisy_salazar2008@hotmail.com

Resumen: se ilustra un cálculo ab initio de la estructura cristalina del pentaóxido de tantalio (Ta₂O₅) que es un compuesto inorgánico con forma de la estructura cristalina de tipo ortorrómbica, mediante la programación de un software para el cálculo ab initio, método para la cuántica de las estructuras electrónicas de cálculo y modelado de materiales, quantum espresso se basa en teoría funcional de la densidad de onda plana de conjuntos básicos y pseudo-potenciales, este software es fundamental para nuestro estudio ya que nos ayuda al cálculo para los valores k points, la energía óptima y el parámetro de celda óptimo. El estudio de este material es importante ya que no existen estudios comparativos, sería el primer estudio elaborado registrado.

Cálculo ab initio del borato de aluminio albo₃

L. Rivera

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
mihawk.hunter94@gmail.com

Resumen: se trabaja la optimización de la estructura tipo calcita AlBO₃, de grupo espacial R3c, mediante cálculos ab-initio en el modelo de la DFT. Se realiza cálculos SCF que permitan obtener los parámetros estructurales de la celda. Usamos pseudo-potenciales tipo: LDA, PBE-SOL y BLYP. De tal manera que se determina la estructura de mínima energía de este material, contrastando con los resultados experimentales de B₀ y V₀, que hemos obtenido en buena aproximación estos resultados.

Caracterización de la fluorescencia emitida por puntos cuánticos de sulfuro de plomo (pbs)

J. Romero, J. Valencia, A. Meza, y K. GARay

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, B.C., México
Universidad de Troyes, Francia
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
jpromeroc@correo.udistrital.edu.co

Resumen: el éxito de diversas tecnologías basadas en óptica cuántica está ligado a la disponibilidad de fuentes determinísticas de fotones individuales. Si bien es posible generar estados de fotón único mediante procesos no lineales espontáneos, tales como conversión paramétrica descendente y mezclado de cuatro ondas, la naturaleza probabilística de este tipo fuentes conlleva a limitaciones importantes. La implementación de fuentes de fotones determinísticas es posible mediante el uso de emisores cuánticos individuales, cuyos estados cuánticos pueden controlarse y desde los cuales los fotones emitidos puedan acoplarse eficientemente a modos espaciales bien definidos. En este trabajo se presentan resultados de mediciones del espectro y

el tiempo de vida de la fluorescencia de puntos cuánticos de PbS, cuando éstos son expuestos a diversos ambientes electromagnéticos. Estas mediciones resultan esenciales para la implementación de una fuente de fotones individuales determinística y eficiente, sintonizada en el rango de las telecomunicaciones, y que consiste de un dispositivo guiado fotónico- plasmónico desde el cual se colecta la radiación emitida por los puntos cuánticos. Para las mediciones se usaron puntos cuánticos de la compañía Evident Technologies. En la Fig. 1(a) se muestra el espectro de emisión de los puntos cuánticos (estando en una solución de Tolueno), cuando son excitados por un láser pulsado centrado en 514 nm. Los resultados muestran que el espectro de emisión está centrado en 1430 nm y con un ancho, medido a la mitad del máximo, de 126 nm.

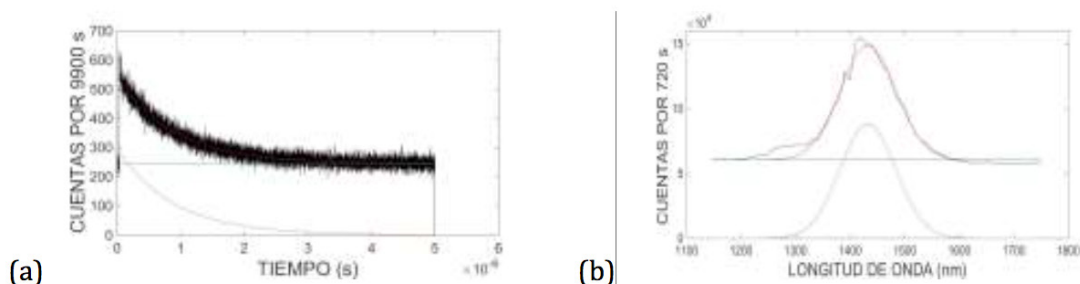


Fig. 1: Resultados de: (a) espectro de emisión y (b) tiempo de vida de la fluorescencia de puntos cuánticos de PbS disueltos en Tolueno.

Para determinar el tiempo de vida de la fluorescencia se implementó la técnica de conteo de fotones individuales correlacionados en tiempo (TCSPC, en inglés). Esta técnica está basada en el registro de los tiempos de detección de los fotones emitidos por la muestra. Para esta medición se utilizó un correlador temporal modelo HydraHarp de PicoQuant y un detector de fotones individuales basado en InGaAs modelo ID210 de ID Quantique. La frecuencia de repetición del láser de excitación fue mantenida en 200 kHz. El histograma de tiempos resultantes para el caso de los puntos en solución de Tolueno se muestra en la Fig. 1(b). Del análisis de los datos se obtuvo un tiempo de vida de 888 ns. En el presente se están realizando mediciones para obtener el tiempo de vida de la fluorescencia cuando los puntos cuánticos se encuentran sobre películas delgadas de oro (80 nm), las cuales han sido depositadas sobre sustratos de silicio y sílice.

Pósteres

¿Sabes cuánta dosis de radiación recibes en una radiografía?

A. Hernández, Y. Quevedo, P. Infante

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

anhernandezc@correo.udistrital.edu.co, ytquevedob@correo.udistrital.edu.co,

fiacibi@udistrital.edu.co

Resumen: actualmente el uso de la radiación ionizante con fines médicos se ha convertido en una herramienta que permite el fácil diagnóstico de enfermedades y lesiones de los seres

vivos; sin embargo, dados los riesgos asociados es necesario tener claridad frente al procedimiento realizado y a las dosis de radiación que reciben los pacientes. Pensando en esto surgen las siguientes inquietudes: ¿Cómo se generan los rayos x con fines de diagnóstico? ¿Qué es y cómo se realiza una radiografía? ¿Cuánta dosis de radiación puede recibir un paciente en una radiografía dependiendo del tipo de diagnóstico? En este trabajo se presentan los principios físicos asociados a la toma de una imagen de rayos X diagnóstico, los riesgos y los beneficios del tratamiento, así como las posibles dosis recibidas; todo esto en el marco de la justificación y la optimización del tratamiento.

Cálculo de luminiscencia en el horizonte de eventos de un agujero negro

M. García, J. Salas

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
mafeok1313@hotmail.com, jfargos@hotmail.com

Resumen: como sabemos, una de las consecuencias a las soluciones de las ecuaciones de campo de Hilbert-Einstein es la de la aparición de singularidades espacio-temporales lo que se denomina: Agujero negro; idea que, en un principio no fue de agrado para Albert Einstein pero que con el paso del tiempo fue tomando fuerza y hoy en día es un campo de investigación muy importante en física teórica. En lo que se conoce, un Agujero negro es un cuerpo estelar cuya masa se concentra en un volumen pequeño generando un campo gravitatorio tan intenso que impide que partículas materiales e incluso la luz escapen, y ocasiona una curvatura en el entretejido espacio-tiempo. En la década de los 70s físicos como Bekenstein, Hawking, entre otros demostraron una analogía muy bien estructurada entre las leyes de la Termodinámica y las que rigen los Agujeros Negros, específicamente se logró demostrar que estos objetos irradian energía de forma análoga a como lo hace un cuerpo negro en mecánica cuántica -entendiendo como cuerpo negro a un objeto ideal o teórico el cual absorbe toda la energía y luz que incide sobre éste- es decir, que esta radiación obedece a la Ley de Stefan-Boltzmann. De acuerdo con esta Ley, la energía que emite un cuerpo negro por unidad de tiempo y unidad de área es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta. En este trabajo vamos a calcular la luminiscencia emitida por un Agujero Negro, específicamente por su horizonte de eventos.

Oscilador armónico amortiguado por fricción seca

C. Ortega, E. Munévar

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
lcorregar@correo.udistrital.edu.co, emunevare@udistrital.edu.co

Resumen: típicamente el problema del oscilador armónico amortiguado se discute en los libros de texto introduciendo un término de amortiguamiento viscoso proporcional a la velocidad. Aunque este modelo es altamente pedagógico y su desarrollo analítico es relativamente sencillo, su implementación a nivel experimental puede resultar a veces complicada. Una variación a este problema que muestra algunos aspectos interesantes y que es raramente discutido en los textos es el problema del oscilador armónico en presencia de fricción seca. En este caso, la amplitud

del oscilador decrece linealmente con el tiempo mientras que la energía lo hace de forma parabólica; esto contrasta con el decrecimiento exponencial observado en el caso de amortiguamiento viscoso. En este trabajo se presenta el desarrollo tanto experimental como numérico del oscilador amortiguado por fricción seca. El arreglo experimental consiste de un objeto acoplado a dos resortes dispuestos de manera horizontal que se desplaza a lo largo de un carril de aire. Los datos experimentales son analizados por medio del programa Tracker y comparados con cálculos numéricos llevados a cabo usando un método iterativo estándar de tal forma que se obtenga una mayor comprensión sobre el tema.

Linealización de las ecuaciones de campo de Einstein

Erick Gualteros, Nicolás Avilan, Cesar Herreño

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

Universidad Central, Bogotá, Colombia

erick.gualteros.ud@gmail.com, navilanv@ucentral.edu.co, caherrenof@udistrital.edu.co

Resumen: la relatividad general describe la interacción gravitacional; permite el estudio de la dinámica de sistemas solares, galácticos y del Universo como un todo. Pero esta teoría trae consigo grandes retos matemáticos al buscar sus soluciones debido a que las ecuaciones de campo son un sistema de ecuaciones diferenciales acopladas no lineales para el tensor métrico. En este trabajo mostramos el proceso de linealización y analizamos las propiedades de la ecuación para campos gravitacionales débiles. Para linealizar las ecuaciones de campo consideramos un espacio-tiempo plano con pequeñas perturbaciones en la métrica. Bajo las anteriores consideraciones se realiza el estudio del comportamiento de la perturbación haciendo dos transformaciones: la de Lorentz y un Gauge de transformación; para luego llegar al tensor de Riemann y así poder escribir las ecuaciones de campo de Einstein para campos débiles. Las ecuaciones de campo linealizadas describen apropiadamente campos gravitacionales débiles, permiten llegar al límite Newtoniano de la relatividad general, llevan a la predicción de la existencia de ondas gravitacionales y si se realiza un proceso de cuantización se predicen gravitones.

Precesión del perihelio de mercurio

D. Arias, E. Roncancio, E. Munévar

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

ariasd974@hotmail.com, edwinatmboard@gmail.com, emunevare@udistrital.edu.co

Resumen: a principios del siglo XIX se sabía que el perihelio de Mercurio no siempre ocurre en el mismo lugar, sino que rota lentamente alrededor del sol. Este fenómeno, conocido como la precesión del perihelio de Mercurio, era atribuido completamente a perturbaciones en la órbita de Mercurio debido a los planetas exteriores siendo Júpiter el que aportaba el efecto más significativo. El cálculo de dichas perturbaciones a partir de la ley de gravitación universal mostraba una diferencia de alrededor de 43 segundos de arco con las mediciones experimentales, muy por encima del error experimental asociado. Fue sólo hasta el advenimiento de la teoría general de la relatividad cuando se logró entender el origen de tal diferencia. La explicación está basada

en la corrección a la ley del inverso al cuadrado que predice la teoría general de la relatividad como consecuencia de la curvatura del espacio-tiempo. En este trabajo se implementa dicha corrección y se determina computacionalmente la órbita de Mercurio usando el método iterativo de Verlet. Los resultados, despreciando el efecto de los planetas exteriores, muestran una precesión de la órbita de Mercurio cercana a los 43 segundos de arco.

Modelo de universo de Einstein-De Sitter

B. España, D. Prieto, J. Salas

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
alexis.1200@live.com, diegoprieto31@hotmail.com, jfargos@hotmail.com

Resumen: las soluciones a las ecuaciones de campo de Albert Einstein, arrojan diversos resultados dependiendo de la condición del valor inicial y la interpretación física, se obtienen resultados tan interesantes como regiones espacio-temporales de gravedad infinita (agujeros negros), bucles espacio temporales (viajes en el tiempo) y también es posible obtener puntos de emisión de energía (agujeros blancos). Hay diversos modelos de universo que fueron base para la concepción de este último modelo, en este trabajo se mostrará un modelo de universo sencillo, en dicho modelo se tomará un radio de curvatura cero, es decir, un universo plano euclideo concebido en 1932 por Einstein y De Sitter, que a pesar de estas características, pueden dar indicios de la formación del universo, un ejemplo de ello es la singularidad del Big Bang, si bien este modelo es más exacto respecto a sus antecesores, actualmente dicho modelo es cercano a ser descartado por las observaciones, sin embargo, aún es utilizado por su “simplicidad” operacional que sirve para entender el cómo se relacionan los distintos parámetros de la cosmología ya que en este se considera una expansión acelerada, que a la larga, es bastante exitosa en los estudios recientes relacionados con la naturaleza del universo.

Análisis geométrico del horizonte de eventos del agujero negro de Kerr

M. Ramírez, J. Salas

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
mayramiaz04@gmail.com, jfargos@hotmail.com

Resumen: uno de los cambios más significativos e importantes que se han hecho en física ocurrió en 1905 cuando el eminente físico alemán Albert Einstein publicó sus artículos, dos de carácter cuántico y otro que describía la teoría de la relatividad especial, al que llamó Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento; estos fueron tan relevantes que rompieron con el paradigma newtoniano y nos dieron una nueva visión del tiempo y el espacio. Einstein extendió sus ideas y generalizó la teoría a sistemas acelerados creando así la teoría general de la relatividad, la cual describió matemáticamente con las ecuaciones de campo. En este trabajo describiremos la geometría en el horizonte de eventos del agujero negro de Kerr, región del espacio tiempo que aparece como una solución analítica de las ecuaciones de campo de Einstein y que se ha convertido en un campo de investigación importante en física moderna.

¿Qué sabemos sobre fluidos no-newtonianos?

L. Peña, R. Rodríguez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
lepenar@correo.udistrital.edu.co, rurodriguez@correo.udistrital.edu.co

Resumen: en este proyecto se enseñará y mostrará a estudiantes de mecánica de fluidos qué es y cómo se comporta un fluido no-Newtoniano por medio de un experimento sencillo a base de maicena y agua, la intención es profundizar en lo que es un fluido, para ello es necesario llegar hasta las moléculas; las moléculas forman sustancias, estas no están confinadas a posiciones fijas, sino que se pueden mover libremente de una posición a otra. Un líquido puede tomar la forma del recipiente que los contiene a diferencia de los sólidos, luego entonces, los líquidos pueden fluir. Existen algunos fluidos que presentan comportamientos realmente extraños, debido a la composición química y estructura de las moléculas que lo forman o al tipo de interacción de esas moléculas o partículas con el fluido. Cuando se trata de una solución o suspensión, estos fluidos son llamados fluidos no-Newtonianos, son aquellos cuya viscosidad o resistencia a fluir varía con el gradiente de tensión que se le aplica, es decir, se deforma en la dirección de la fuerza aplicada. Como resultado, un fluido no-Newtoniano no tiene un valor de viscosidad definido y constante, a diferencia de un fluido Newtoniano.

Análisis geométrico de la estructura del horizonte de eventos del agujero negro de Kerr-Newman

J. Hernandez, T. Dominguez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
jeehernandezv@correo.udistrital.edu.co, tvdominguezc@correo.udistrital.edu.co

Resumen: la teoría de la relatividad de Einstein se divide en dos partes: una denominada teoría especial de la relatividad (TER), la cual describe dinámicamente objetos que se mueven a velocidades cercanas a la velocidad de la luz en un espacio-tiempo plano descrito por la geometría Minkowskiana; y la teoría general de la relatividad con la que se puede explicar el comportamiento de un cuerpo en un espacio no plano debido a efectos gravitatorios intensos. Einstein plantea las ecuaciones de campo para dar una descripción matemática de estos efectos, y bajo ciertas consideraciones, se forma lo que normalmente denominamos agujero negro. En el presente trabajo se explica la estructura geométrica del horizonte de eventos de un agujero negro en particular, agujero negro de Kerr-Newman. Este agujero tiene características muy particulares como geometría no estática (estrella en rotación), y carga eléctrica distinta de cero.

Protocolos asociados al control de calidad de la imagen en rayos x convencionales

C. Farfán, P. Infante

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
lcfarfán@correo.udistrital.edu.co, fiacibi@correo.udistrital.edu.co

Resumen: el estudio de las imágenes diagnósticas se ha convertido en una herramienta útil en el dictamen de enfermedades, así como la detección de anomalías y lesiones en el organismo.

Sin embargo, es importante garantizar la calidad de la imagen obtenida, ya que esta se puede ver afectada por diversos factores alterando la información que contienen y haciéndola poco fiable para el médico tratante adicionalmente que puede generar sobre costos y exposición innecesaria al paciente. En este trabajo se presentan los protocolos diseñados para llevar a cabo el control de calidad de la imagen, algunos asociados a la evaluación del equipo: Haz de radiación y parámetros de operación y otros asociados a la verificación de la calidad de la imagen: contraste, uniformidad y resolución, elaborados con base en las recomendaciones internacionales.

Superconductividad -resistencia vs temperatura- para una pastilla de (BSCCO)

M. A. Roncancio, C. S. Buitrago

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
csbuitragop@correo.udistrital.edu.co, maroncancioh@correo.udistrital.edu.co

Resumen: este trabajo pretende mostrar los resultados de la medición de la resistencia en función de la temperatura de una muestra superconductora de BSCCO (Bismuto estroncio óxido de cobre), para encontrar la temperatura crítica (T_c) en que la muestra de BSCCO pasa al estado de superconductividad.

Talleres

From Fear to Fun in Thermodynamics

Corinne A. Manogue

Oregon state University, Oregon, USA
corinne@physics.oregonstate.edu

Resumen: the complexity of thermodynamics challenges many students as well as faculty. Understanding what a partial derivative represents may be key to reducing the anxiety associated with this topic. In this workshop, participants will be exposed to multiple representations of partial derivatives designed to clarify the mathematics of thermodynamics. These activities include experiments that provide exemplars of measuring thermodynamic quantities involving partial derivatives, thought experiments where students design ways to measure particular partial derivatives representing thermodynamic quantities, a mechanical device for physically representing changes that hold specific quantities fixed, and an algebraic formulation of a partial derivative chain rule.

Generación de la radiación electromagnética visible

J. E. Guataquirá

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
joseefrain11@gmail.com

Resumen: en este taller los participantes pueden aprender ciertos procesos empleados para obtener luz (radiación electromagnética visible) y reconocer algunas características; empleando

distintos instrumentos que permitan observar la incandescencia, fluorescencia, fosforescencia, temas relacionados con la ionización y la quimioluminiscencia (este último está limitado a algunos reactivos y utensilios). Además, pueden mencionarse procesos que cumplen el mismo fin, como la fusión, fisión, bioluminiscencia, entre otros que, aunque no pueden evidenciarse en el momento, es probable que sean reconocidos por los asistentes. Durante el taller también se mencionarán usos de estos procesos en labores comunes y algunos participantes tendrán la posibilidad de colaborar en la realización de cada experimento.

Clínica de programación: tópico: librerías y lenguajes de programación científicos, elementos en la construcción de métodos de implementación ágiles y óptimos

J. N. Torres

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
jntorresr@udistrital.edu.co

Resumen: la clínica de programación es un espacio-taller que busca ofrecer de manera simultánea, rápida y organizada buenas prácticas en torno a las ciencias de la computación y su aplicación en las ciencias, en particular, la física. Entre sus ideales se encuentra ser un laboratorio cuya esencia sea aprender a utilizar las herramientas científicas existentes, de manera óptima y oportuna buscando que en poco tiempo el aprendizaje sea de calidad y conveniente. Los asistentes tienen objetivos comunes, apropiarse rápidamente de elementos básicos, útiles y disponibles al alcance de todos. A través de pasos secuenciales inducidos por una guía de trabajo, acompañados de ejemplos de apoyo sustentados respectivamente por el tallerista, el estudiante podrá practicar por medio de un ordenador. Los temas asociados a las actividades están enmarcados en cuatro casos de uso:

- De Fortran a C++
- Fortran vía Python
- OPS vs ROOT
- Resolviendo matrices $N \times N$

A medida que avanza la sesión, el estudiante completará actividades asociadas a los casos de uso.

Plataformas virtuales y su empleo en el diseño de estrategias que apoyen los procesos de enseñanza-aprendizaje

E. Calderon, P. Infante

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
ecaderonm@correo.udistrital.edu.co, fiacibi@udistrital.edu.co

Resumen: el impacto que han tenido las tecnologías de la información y la comunicación en la educación está asociado entre otras cosas a la creación de plataformas virtuales como un medio que facilita la presentación de contenidos didácticos con el propósito de mejorar la enseñanza,

genera interés y motivación, fortalece el trabajo autónomo y permite realizar asesorías y/o tutorías de forma virtual; desde esta perspectiva incorporar las TIC al proceso educativo brinda un apoyo a la docencia y proporciona herramientas necesarias para que el alumno fortalezca la apropiación de conceptos y/o conocimientos de forma autónoma empleando recursos virtuales. Sin embargo, muchas veces se desconocen las herramientas, de libre acceso, que pueden ser empleadas para el diseño de unidades didácticas en el marco de la virtualidad. Desde esta perspectiva se propone realizar un taller dirigido a los estudiantes de licenciatura en física, el cual se presentarán algunos softwares de libre acceso (POWTOON, CMAPTOOLS, JCLIC, EDUCAPLAY), su instalación, funcionalidad y empleo en el ámbito escolar; con el fin de contribuir al fortalecimiento de competencias informáticas asociadas al uso de nuevas tecnologías.

The Geometry of Electrostatics

Tevian Dray

Oregon state University, Oregon, USA

tevian@math.oregonstate.edu

Resumen: the mathematics of electrostatics comes down to vector calculus: The electric field is the gradient of the scalar potential, and the charge density is the divergence of the electric field. This workshop explores the geometry of the gradient and divergence, with applications to electrostatics, using curricular materials developed precisely to help students make the transition from mathematics to physics. Examples from magnetostatics, involving the geometry of curl, will be discussed if time permits.

Física recreativa

D. Vizcaíno, O. Castiblanco, M. Valdivieso, P. Ramírez, N. Cotrino, Y. Chacón

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

olcastiblanco@udistrital.edu.co

Resumen: con el fin de promover el interés por el aprendizaje y la enseñanza de la física, el Semillero de Investigación en Enseñanza de la Física (SIEF) presenta un taller de física recreativa orientado por integrantes del grupo y dirigido a estudiantes interesados en divertirse observando y analizando algunos eventos de la física. Elaboramos los montajes y realizamos la interacción en torno a los siguientes fenómenos físicos:

- Máquina de Galton: es un mecanismo creado por Francis Galton (1894) para demostrar el teorema del límite central, que muestra como la distribución binomial es una aproximación a la distribución normal. El montaje fue elaborado utilizando una lámina de madera, chinchas y canicas, las cuales se dejan rodar por una entrada y ruedan aleatoriamente por diversos caminos.
- ¿Rodando Hacia Arriba? Consiste en un cono doble y una rampa de madera que forma un plano inclinado en forma de trapecio. Al unir la rampa en la parte inferior se posibilita un cambio de ángulo relativo de las dos bases, que hace que al soltar el cono en la parte inferior éste empiece a subir en vez de bajar como se esperaría.

- Ilusiones ópticas y 3D: Se elaboraron varios montajes en papel que al ser observados con un solo ojo y desde un determinado punto, se ven diferentes a lo real. Figuras que parecieran mover su cabeza, cubo que sale de la superficie, ilusión de movimiento de imágenes al pasar una rejilla. De igual manera se presentaron diversas imágenes 3D para ser observadas con gafas.
- Efecto Magnus: se elaboró un montaje que permite disparar una esfera de icopor desde dentro de un tubo de PVC al cual previamente se le ha producido una rugosidad en la salida, con el fin de modificar el movimiento de la esfera cuando pasa por allí. Se observa que cuando se dispara la pelota, describe una trayectoria curva en sentido contrario a lo esperado.
- Ley de Faraday: se elaboró un montaje con hilo de cobre, un imán, una jeringa grande y un bombillo led. Se fabricó un embobinado en torno a la jeringa, de tal modo que al agitar el imán dentro de la jeringa, es decir, dentro del embobinado, se produce la electricidad necesaria para encender una luz led.

Análisis y obtención de curvas de histéresis en circuitos eléctricos

I. Mendoza, G. Rojas

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
ivethmargeny@gmail.com, garojasr@correo.usitrital.edu.co

Resumen: entendiendo que la electrónica tiene diversas aplicaciones en el área de la ciencia, la industria, la distribución de la información y de energía eléctrica, y que la electricidad se preocupa del por qué y cómo se mueven los electrones dentro de un material, se presentará una guía de trabajo dirigido con el objeto de obtener curvas de histéresis usando el osciloscopio y realizar la respectiva interpretación. Dado que en el laboratorio se cuenta con espacio y material para 5 grupos, se realizará una pequeña charla introductoria para que los asistentes se involucren en el tema de trabajo y comprendan el uso del osciloscopio, seguido por una sesión de toma de datos relacionados con las curvas características de los circuitos eléctricos Inductivo puro, LC y RLC

Enseñanza y aprendizaje de la física en torno a la experimentación

O. L. Castiblanco, D.F. Vizcaino

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
olcastiblancoa@udistrital.edu.co, d_vizcaino@yahoo.com

Resumen: en este taller nos proponemos a presentar a los asistentes una experiencia de trabajo práctico y reflexión en torno a variadas tipologías de experimentos con el fin de evidenciar diversas maneras de interactuar con los montajes experimentales, por ejemplo, desarrollando la capacidad de asombro, de predicción, de formulación de hipótesis, de observación sistemática, de construcción de explicaciones, de defensa de los argumentos, de caracterización de los sistemas físicos, entre otros. Para ello trabajaremos en torno a experimentos de tipo mental, casero, virtual, discrepante, de comprobación e ilustrativo.

Altos voltajes

R. De la rosa, R. Clavijo, B. Duque

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

alfredo170484@gmail.com

Resumen: en este taller se presentará una introducción de las características de los altos voltajes donde se hará una breve reseña histórica y donde se realizarán algunos experimentos y desarrollos sobre los altos voltajes, como se han utilizado en la industria. Se llevarán algunos montajes, los cuales son: una pistola de alto voltaje, una bobina de tesla, un transformador, con estos se realizarán mediciones las cuales se mostrarán en el taller. El motivo de este taller es mostrar en qué se emplean los altos voltajes, sus beneficios y el cuidado que hay que tener con estos.

EDITORIAL

Enseñanza de las ciencias naturales estructurada en torno a “competencias”: ¿qué hay de nuevo?

Agustín Adúriz-Bravo

HISTORIAS DE VIDA

Entrevista a Antonio García-Carmona

Olga Castiblanco

ARTÍCULOS

Modelagem e história da ciência: uma abordagem pedagógica para a estrutura atômica no 9º ano do ensino fundamental

Lucas Pereira Gandra, Geilson Rodrigues da Silva

Diseño y aplicación de un cuestionario sobre la práctica docente del profesorado de matemáticas en ingeniería y ciencias

Martha Elena Aguiar Barrera, Humberto Gutiérrez Pulido, Porfirio Gutiérrez González

As representações do corpo humano nos livros didáticos de ciências

Emerson de Lima Soares, Cátia Silene Carrazoni Lopes Viçosa, Edward Frederico Castro Pessano, Vanderlei Folmer

Uma análise do tema interdisciplinaridade nas principais revistas brasileiras de ensino de ciências

Guilherme do Amaral Carneiro, Carlos Roberto Cardoso Ferreira, Fernanda Cristina Pansera, Rian Stenico Beduschi

Entornos virtuales para el aprendizaje: una mirada desde la teoría de los campos conceptuales

Iralí Araque, Lissette Montilla, Ramón Meleán, Xiomara Arrieta

Desarrollo del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido de la química, de profesores en formación a través de la reflexión de los PaP-eRs y videos

Boris Fernando Candela

Formação de professores em nível médio: um estudo de caso sobre o ensino de ciências

Sofia Neumann, Dulce Maria Strieder

La teoría de los conjuntos-T y la prueba PISA

Ricardo J. De Armas, David Macías M., Ricardo A. Bernal B.

A engenharia didática para o ensino de olimpíadas de matemática: situações olímpicas com o amparo do software geogebra

Ana Paula Rodrigues Alves Santos, Francisco Régis Vieira Alves

RESEÑAS

Martínez, L.; Parga, D. y Garzón, I. (2015). *Formación de profesores y cuestiones sociocientíficas: experiencias y desafíos en la interfaz universidad-escuela.*

Diana Fabiola Moreno Sierra

MEMORIAS DEL EVENTO

XX Semana de la enseñanza de la física

