

GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

VOL 13 • NÚM 2 • JULIO - DICIEMBRE 2018 • e-ISSN: 2346-4712

GÓNDOLA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

VOL 13 • NÚM 2
JULIO-DICIEMBRE 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 2
julio-diciembre 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 Fábian Vizcaíno
Colombia
Editor de contenidos

Lorena A. Niño López
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. Agustín Adúriz Bravo
Universidad de Buenos Aires, Argentina

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

Dr. Edwin Germán García Arteaga
Universidad del Valle, Colombia

Dr. Eugenia Etkina
Rutgers University, USA

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

Dr. Alexander Cortés Soto
Universidad de Ibagué, Colombia

Dr. Antonio García Carmona
Universidad de Sevilla, España

M. Sc. Boris Fernando Candela
Universidad del Valle, Colombia

Dra. Daniele Cristina de Souza
*Universidade Federal do Triângulo Mineiro,
Brasil*

Dr. Edson José Wartha
Universidade Federal de Sergipe, Brasil

M. Ed. Francisco Ramos-Castiblanco
*Universidad Nacional del Centro de la
Provincia de Buenos Aires, Argentina*

Dra. Geilsa Baptista
*Universidade Estadual de Feira de Santana,
Brasil*

Dr. Guilherme Barreto de Andrade
Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

Dr. Guilherme Carneiro
*Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho do Campus de Bauru, Brasil*

Dr. Joaquim Sousa Pinto
Universidade de Aveiro, Portugal

Dr. Julio César Castilho Razera
*Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Brasil*

Dr. Malcus Cassiano Kuhn
*Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil*

Dra. Marcia Gorette Lima Da Silva
*Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Brasil*

Dr. Nelson Oswaldo Lara Martínez
*Secretaría de Educación Distrital de Bogotá,
Colombia*

Dra. Neusa Maria John Scheid
*Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões, Brasil*

Dr. Óscar Jardey Suárez
Universidad Autónoma de Colombia

Dra. Susan Bruna Carneiro Aragão
Universidade de São Paulo, Brasil



Contenido

EDITORIAL

- Reflexiones sobre la enseñanza de la astronomía 193
Néstor Camino

HISTORIAS DE VIDA

- Entrevista a Alvaro Chrispino 195
Olga Castiblanco

ARTÍCULOS

- Explorando o conceito “densidade” com estudantes do ensino fundamental 201
Exploring the “density” concept with students from basic education
Explorando el concepto de “densidad” con estudiantes de educación secundaria
Fabiele Cristiane Dias Broietti, Talita Parpinelli Ferracin, Viviane Arrigo

- Os modelos didáticos de licenciandos em ciências da natureza no estágio e as imbricações com suas concepções de natureza da ciência 218
The didactic models of undergraduate students in natural sciences on internship and the connections with their conceptions about nature of science
Los modelos didáticos de estudiantes de licenciatura en ciencias naturales y las imbricaciones con sus concepciones sobre naturaleza de las ciencias
Gisele Soares Lemos Shaw

- O ensino dos números racionais por meio de atividades de pesquisa e investigação: buscando desenvolver o pensar 236
Teaching of rational numbers through inquiry and research activities: looking for thinking development
La enseñanza de los números racionales por medio de actividades de indagación e investigación: buscando desarrollar el pensamiento
Carla Denize Ott Felcher, André Luis Andrejew Ferreira

- La implementación de la actividad experimental desde los fundamentos de la mediación didáctica en docentes en formación en ciencias 251
The implementation of experimental activity from foundations of teaching mediation in pre-service science teachers
A aplicação da atividade experimental desde os fundamentos da mediação didática em licenciandos em ciências
Claudia Marcela López Benavides, Linda Dayana Ramírez Acosta, Édgar Andrés Espinosa Ríos

- La conceptualización de la experiencia de la doble rendija a partir del enfoque de caminos múltiples de Feynman 272
Double slit experience conceptualization from the viewpoint of the Feynman´ multiple paths
A conceptualização da experiência da dupla fenda a partir do enfoque de múltiplos caminhos de Feynman
María de los Ángeles Fanaro, Mariana Elgue



Contenido

Didáctica de las ciencias desde la diversidad cultural y ambiental: aportes para un currículo contextualizado	291
Didactics of sciences from the cultural and environmental diversity: contributions for a contextualized curriculum	
Didática das ciências desde a diversidade cultural e ambiental: aportes para um currículo contextualizado	
<i>Sandra Elvira Ruíz Castillo</i>	
Las TIC como herramientas cognitivas de inclusión en clases de física para estudiantes de enseñanza secundaria	306
ICTs as cognitive tools of inclusion in physics class for high school students	
TICs como ferramenta de inclusão em aulas de física com estudantes de ensino médio	
<i>Samuel Sanhueza Haro, Alicia Bravo Escobar, Claudio Faúndez Araya, Eduardo Utreras Cofré</i>	
Habilidades cognitivas apresentadas por alunos participantes de um projeto de iniciação científica no ensino médio	325
Cognitive skills presented by students participating in a project of scientific initiation in high school	
Habilidades cognitivas apresentadas por alunos participantes de um proyecto de iniciación científica para educación media	
<i>Andreia de Freitas Zompero, Tiago Henrique dos Santos Garbim, Cinthia Hoch Batista de Souza, Diliane Barrichelo</i>	
Dicumba – o aprender pela pesquisa em sala de aula: os saberes científicos de química no contexto sociocultural do aluno	338
Dicumba - learning by classroom research: the scientific knowledge of chemistry in the sociocultural context of the student	
Dicumba - el aprender por la investigación en el aula: los saberes científicos de química en el contexto sociocultural del alumno	
<i>Everton Bedin, José Claudio Del Pino</i>	
RESEÑA	
Currículum: entre utopía y realidad	353
<i>Martha Velazco</i>	



EDITORIAL

Reflexiones sobre la enseñanza de la astronomía

Néstor Camino*

¿Por qué enseñamos astronomía en las escuelas? Es más, ¿se debe enseñar astronomía en las escuelas? A estas preguntas, incómodas si se quiere, podríamos responder de maneras impersonales y quizás poco comprometidas: “Porque los diseños curriculares así lo indican”, “porque hay que enseñar astronomía en las escuelas”, y tal vez llegar a utilizar las justificaciones cuasipositivistas y neoconductistas de moda que señalan los muchos beneficios medibles y utilitarios para los grupos dominantes en esta compleja actualidad mundial supuestamente globalizada en que vivimos.

Pero, si cada uno de nosotros, quienes educamos en las aulas de nuestra realidad latinoamericana, tuviéramos que fundamentar el porqué enseñar astronomía, ¿qué diríamos?

Para dar respuesta a este desafío, y siendo consciente de que toda reflexión (opinión, quizás) y toda didáctica específica puestas en el aula son, ambas, a la final, acciones idiosincráticas, personales si se quiere, me permitiré compartir algunas respuestas en la forma de acciones vividas durante mi propia práctica profesional a lo largo de más de treinta años. Lejos de suponer que estas son fundamentos universales, las mismas intentan brindar un motivo de discusión, de diálogo respetuoso, ya no solo desde lo teórico sino desde la práctica.

Ante todo, considero que no es posible pensar la astronomía sin la compañía de la matemática, de la tecnología, como tampoco sin la física, la química, la geología y la biología, por citar a las disciplinas más clásicas dentro de las denominadas ciencias naturales. Tal división es engañosa y remite a una caracterización rígida y propia de una concepción de mundo fragmentaria, iniciada hace muy pocos siglos y que todavía perdura. Pero, lo que es aún más fuerte, desde una concepción humanista, tampoco es posible pensar a la astronomía y su evolución en el tiempo sin la compañía de la historia, de la geografía, de las artes, de la sociología, la psicología e, incluso, de las ideas religiosas; otro tipo de división que es también engañosa y perjudicial para muchos campos de la vida en sociedad, en particular para la educación. Tal múltiple fragmentación dificulta comprender cómo son los procesos de construcción de conocimiento, y en especial desvirtúa fuertemente de qué se trata la astronomía y cómo se trabaja en este campo tan rico, el cual queda siempre incompleto si no se lo ve como un todo integrado.

La proyección de muchos siglos hacia el pasado ubica a la astronomía como una de las disciplinas más importantes para comprender cómo los seres humanos nos relacionamos con el universo. Recorrer la evolución de las ideas sobre el universo es una herramienta epistemológica de primer nivel, porque nos muestra de qué manera a través de la historia, mucho antes de que las ciencias clásicas estuvieran delineadas, la discusión de ideas y la generación de modelos fueron variando a través del tiempo, y muestra también cómo la interacción social puede modificar a veces las estructuras que se construyen desde la lógica

* Complejo Plaza del Cielo – CONICET-FHCS UNPSJB – Esquel, Chubut, Patagonia, Argentina. Correo electrónico: nestor.camino.esquel@gmail.com

disciplinar. Más aún, las preguntas por la realidad, por la observación y su relación con lo experimental y con las teorías, por la pretensión de universalidad del conocimiento científico, entre muchos otros aspectos, se ponen en evidencia casi inmediatamente cuando se analizan los distintos procesos que generaron y aún sostienen lo que hoy conocemos como *astronomía*.

Enseñar astronomía, entonces, no debería ser solo modelizar un agujero negro, hacer un diagrama HR, calcular la órbita de un planeta o saber explicar los cambios en la apariencia y movimientos de la luna en el cielo local. También debería ser comprender cómo la gente de hoy incorpora elementos para mirar el mundo natural con otros ojos, los propios de este siglo y de esta concepción científica, sin perder de vista que no solo en este presente sino también en otras épocas, en otras culturas, no tan lejanas si se quiere, el universo pudo ser imaginado, descrito y explicado de modos muy distintos, y así será seguramente en el futuro cuando no estemos aquí.

La visión integral, de conjunto, que brinda la astronomía es única, pero no única pensando solo en el *mirar para afuera*, ya que por lo general se cree que ese es el campo de acción de la astronomía como ciencia, sino en el *mirar para adentro*. La enseñanza de la astronomía debería, entonces, fortalecer la comprensión sobre la manera en que las preguntas y concepciones acerca del universo son, en definitiva, sobre nosotros mismos: para adentro en el planeta Tierra y para adentro de nosotros, como personas y como humanidad.

Por esto, y si nos permitimos considerar que la función última de la actividad que hoy denominamos *astronomía* es vincular a cada cultura con el cielo, respondiendo de distintas maneras a las preguntas que nos vamos haciendo, muchas de ellas de corte existencial, podríamos decir que lo que más tiene de profundo esta disciplina es que nos une de alguna manera con muchos otros seres humanos a través de geografías y tiempos, poniendo en evidencia y dando respetuoso valor a las singularidades, intereses y emociones de cada individuo único que ha vivido en este planeta. Este es entonces uno de los principales valores que fundamentan que enseñemos astronomía a todas las personas de todas las edades, cuanto más jóvenes mejor: la tolerancia, la solidaridad, la paz, debieran surgir casi naturalmente al mirarnos *con ojos astronómicos*.

Por otra parte, la enseñanza de la astronomía, en especial en la escuela, brinda la posibilidad de construir un diálogo permanente, diverso y activo con todas las demás áreas y disciplinas curriculares; puede brindar elementos para generar vínculos que permitan a los estudiantes comprender que la fragmentación en asignaturas no refleja la evolución de la vida en sociedad sino que es un artificio propio del sistema educativo que surgió desde una cierta concepción social, que no es la actual: nada, ni en la vida ni en el universo, es ni ocurre así de fragmentado.

En este sentido, la enseñanza de la astronomía (la didáctica de la astronomía) no solo debe buscar construir conocimiento en forma significativa, sino que además debe fortalecer que tal construcción se desarrolle en procesos que vinculen a quienes aprenden con el cielo real, con la experiencia cotidiana que genera preguntas y búsquedas, con la reflexión filosófica, con la emoción y la belleza, junto a otros, los de ahora y los de siempre, para luego profundizar todo lo que deseemos en la construcción de una visión de mundo acorde con la mirada actual sobre el universo y sobre nosotros como individuos y como especie que comparte con muchas otras la maravilla de este planeta, en un contexto natural astronómico que siempre nos interpela.



ENTREVISTA A ALVARO CHRISPINO

Olga Castiblanco



Foto: Alvaro Chrispino

Alvaro Chrispino: doctor (2001) y maestro en Educación (1992) por la Universidad Federal de Río de Janeiro (Brasil). Posee Posdoctorado en Administración Pública por la Fundación Getúlio Vargas (Brasil). Es investigador del CNPq y profesor titular del Centro Federal de Educación Tecnológica del Río de Janeiro (CEFET), en los Programas de Posgrado y de Química en la Enseñanza Media. Ha publicado 13 libros y diversos artículos en revistas especializadas en educación, enseñanza de la ciencia y políticas públicas, entre otras áreas. Correo electrónico: alvaro.chrispino@gmail.com

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 Didáctica de la Física.

Olga Castiblanco (OC): Profesor Álvaro, muchas gracias por aceptar nuestra invitación a compartir

sus experiencias con sus lectores. En primer lugar, nos gustaría saber cómo llegó a interesarse por la investigación en la enseñanza de las ciencias.

Alvaro Chrispino (AC): Sí, yo soy profesor de química. Durante muchos años trabajé en la educación media; trabajaba en la escuela principalmente con laboratorios y teníamos muchas dificultades. Entonces, iniciamos una investigación sobre materiales de fácil adquisición para el desarrollo de prácticas experimentales y así diseñar experimentos alternativos. Así fue surgiendo la búsqueda de la percepción de ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Buscábamos materiales y actividades que estuvieran relacionados, de alguna forma, con la vida de los estudiantes y su entorno social.

Me gradué en 1982 y, más o menos, en 1990 iniciamos una maestría en educación y trabajamos con CTS, por eso en el banco de tesis de maestrías de la CAPES están las dos disertaciones más antiguas sobre CTS: una de Wilson Santos, de la UNICAMP, en 1992, y la otra, de nosotros sobre la química y

la sociedad. En esa época no se podía hablar mucho sobre la relación entre ciencia, tecnología y sociedad en el ámbito de la educación, porque se consideraba como una broma o una cosa poco seria que no tenía nada que ver con la educación. Pero desde entonces hemos estado trabajando en CTS sin abandonar la enseñanza de la química. Actualmente trabajamos intensamente en un programa de maestría y doctorado con formación en CTS, en la Centro Federal de Educación Tecnológica (CEFET), una institución centenaria en Río de Janeiro.

OC: ¿Como trabajan ustedes desde la química las cuestiones sociocientíficas que han surgido como una consecuencia de esta perspectiva de CTS?

AC: Pienso que la CTS no puede estar vinculada directamente a la formación disciplinaria de los profesores. En el curso que ofrecemos hablamos de CTS, pero no lo consideramos un contenido en la enseñanza de la química, la física o la biología, sino que cuando nos referimos a las cuestiones sociocientíficas o socio-técnicas, lo hacemos de una manera transversal en la formación de las disciplinas, porque no podemos hablar de formación en CTS y olvidar que esta perspectiva tiene dos puntos importantes y fundamentales, la interdisciplinariedad y la contextualización. Entonces, cuando nos referimos a CTS, corremos el riesgo de restringir la formación a lo disciplinar; esperamos que el profesor de química vaya a trabajar CTS en su disciplina, lo que implica que no puede estar encerrado siempre entre su disciplina, porque las preguntas del tipo cuestiones sociocientíficas en el mundo real no surgen de las estructuras disciplinarias, ya que el mundo real es interdisciplinar.

OC: Es decir que esa formación del profesor en CTS debe ser entendida como un modo de vivir o un modo de entender...

AC: Sí, es una manera de ver la vida y la práctica docente. Por eso, no defendemos que la perspectiva CTS no puede ser vista como una técnica, porque no podemos hablar de técnicas para CTS, es una cultura.

OC: Exacto. En otros términos, el docente será formado para reflexionar en CTS y con ello construirá criterios para tomar decisiones a la hora de enseñar un contenido en un contexto particular.

AC: Sí. Por ejemplo, una reacción química absolutamente aislada de lo demás puede ser trabajada desde la visión de CTS, porque se puede hablar acerca de los componentes, los compuestos o las sustancias, y se van a poner en el mundo real, y es posible transformar una relación absolutamente fría en algo que los alumnos pueden representar en el mundo real, por eso tiene que ser una manera de ser del profesor.

OC: ¿Cuál diría que es la relación de esta perspectiva con el diseño experimental? Es decir, si un profesor está enseñando química y acude a esta perspectiva, ¿cómo influye en el modo de trabajar la experimentación?, ¿cómo decide qué prácticas trabajar?, ¿con qué preguntas y con qué método o secuencia?

AC: Estamos trabajando con algunos estudiantes de doctorado justamente este aspecto, porque la experimentación tiene una tradición, y es que las cosas que se suelen hacer en el laboratorio son para comprobar lo que decimos en la clase, entonces se trata simplemente de representar en un experimento lo que la teoría dice y por esta vía es muy difícil incluir CTS. Sin embargo, cuando se tiene la oportunidad de trabajar una sustancia o una reacción que tiene una representación en la vida o en la sociedad o en la región a la que pertenece el estudiante, o la escuela, y se tiene la percepción de que aquella sustancia tiene un valor económico, un valor social vinculado a un campo de trabajo, entonces podemos dar a esa experimentación un valor social, y a la base tenemos la misma observación del concepto químico que queremos enseñar.

OC: En este caso, el diseño experimental como tal tiene que cambiar...

AC: Sí, la manera como se elige.

OC: Y la metodología de trabajo, pues los objetivos ya no serían comprobar la teoría.

AC: Claro, porque esto de comprobar teorías es una percepción muy limitada de los experimentos. Usualmente, escribimos en el tablero la ecuación y después vamos al laboratorio para verificar si se comporta en esa relación. La teoría está comprobada, entonces podemos hacerlo mejor al revés: si presentamos una experimentación y luego preguntamos sobre qué es lo que está pasando allí, podemos hacer variaciones en un experimento y preguntar por qué la variación causó el cambio en los resultados observados. Este es un segundo camino de reflexión, que es menos utilizado porque da más trabajo.

OC: Sí, y al maestro le parece difícil salirse del rol de ser quien expone la verdad al principio, y a partir de ahí se trabaja. Ellos no ven posible que sus estudiantes realmente puedan construir conocimiento bajo su orientación, realmente suele causarle mucha angustia al profesor no tener el dominio total de un supuesto “proceso de aprendizaje” de sus alumnos, piensan que si se salen de lo tradicional no van a aprender suficiente.

AC: De acuerdo, la enseñanza de la química suele darse como un acto de fe: el profesor presenta cómo una sustancia reacciona con otra y sobre el resultado que se espera no hay discusión. Muchas veces en el laboratorio no hay percepción visual, solamente se pueden ver colores nuevos, o efervescencia, o algo así, pero cuando colocamos dos colores y surge un tercero o un cuarto, podemos decir que hay una reacción, solo que no hay percepción sobre el comportamiento de la sustancia en sí, sino que la explicación es un acto de fe.

OC: Es como sobre la base de un modelo teórico.

AC: Sí, por eso tenemos que diseñar y planear nuevos experimentos para poner como punto de partida cosas que están en el entorno de los estudiantes. Por

ejemplo, hemos trabajado en regiones que tienen playas, partiendo del reconocimiento de calcáreas, de conchas, o trabajamos chatarra de hierro o de aluminio y otros materiales como punto de partida de secuencias de reacciones. Así, los estudiantes van aprendiendo cómo suceden reacciones concatenadas, cómo las cosas pueden ser transformadas y qué fenómenos químicos pueden ser observados en cada una de las etapas de la reacción.

OC: ¿Podría relatarnos cómo trabajan un caso de un tema en concreto?

AC: En el trabajo con estudiantes de doctorado estamos iniciando. Hace seis años que estamos haciendo un estado del arte, un mapa del campo CTS en la enseñanza en el Brasil. Actualmente hay diez estudiantes buscando y leyendo todas las 79 tesis de doctorado y las más de 400 disertaciones de maestría que tienen que ver con CTS en Brasil, 245 artículos especializados al respecto, encontrados en 30 revistas brasileñas desde 1996. Así, estamos construyendo este mapa, además de estudios de redes sociales para entender cómo se piensa la CTS en Brasil. Aquí estamos iniciando proyectos; por ejemplo, la química verde con reacciones concatenadas y otros principios distintos de aquellos que tenemos en la escena experimental. Por ejemplo, tomamos un pedazo de mármol, carbonato de calcio, y pensamos con los estudiantes cómo podemos hacer una reacción de carbonato de calcio. Luego, alguien puede decir que lo podemos hacer con ácido sulfúrico, muy bien, entonces $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$, sulfato de calcio. Otro va a abrir una muestra con ácido nítrico, nitrato de calcio; otro, con ácido clorhídrico, y vamos construyendo las reacciones posibles. Después, preguntamos: ¿Qué podemos hacer con el sulfato de calcio? ¿Qué podemos hacer con clorhidrato de calcio? ¿Qué podemos hacer con nitrato de calcio? Y así vamos haciendo otras reacciones, usando conceptos diferentes. Ahí podemos preguntar, por ejemplo: ¿Cuál es la constante de solubilidad del nitrato de calcio? Alguien dice: “¡Ah!, los nitratos son solubles”, bien, entonces,

¿cómo podemos hacer la reacción de nitrato de calcio para obtener otra cosa? Vamos a suponer sulfato, ¿sulfato de calcio? Es insoluble o tiene una constante de solubilidad muy baja. Obsérvese que comenzamos con un trabajo de reacciones de ácidos inorgánicas, ahí pasamos a una reacción basada en el concepto de solubilidad y podemos hacer otra con termoquímica, calculando la energía y ver cuál de ellas va a tener una reacción espontánea, así vamos haciendo las reacciones concatenadas. Hace 20 años que queríamos empezar con este tipo de investigación y ya tenemos unas 15 plantillas probadas, usando puntos de partida diferentes.

OC: ¿Puestas a prueba con estudiantes de educación media?

AC: Sí, muchas de ellas realizadas en el marco de capacitaciones de profesores. Ahora estamos trabajando con los doctorandos para aplicar esta estrategia en educación media.

OC: ¿Y con estudiantes de pregrado en la Licenciatura en Química?

AC: No, nuestra investigación la desarrollamos en el programa de posgrado y orientada a la educación media, que son jóvenes entre 15 y 18 años.

OC: Lo pregunto porque en la formación de profesores de ciencias tenemos aún un problema y es que estos son educados en torno a lo disciplinar de las ciencias naturales, con algunos agregados en otras disciplinas de las ciencias humanas y sociales; pero, además, sin un eje que les ayude a articular conocimientos o a construir perspectivas propias sobre la enseñanza. Estos profesores no tienen una visión global y propia sobre lo que significa enseñar las ciencias; tampoco, tienen comprensión de la ciencia en sí porque la aprenden de forma desarticulada aún entre los conceptos de la misma ciencia.

AC: Por eso es que el cambio en la formación de profesores es necesario y tiene que ser permanente en la

búsqueda de un objetivo final definido, porque lo que se espera es que ellos puedan ejercer la enseñanza tomando como base la manera como aprendieron o como les enseñaron. Hay que cambiar el modo como se enseña, porque ellos siempre van a tener el primer impulso de actuar en la clase del mismo modo como lo hicieron con ellos, con los mismos ejercicios, las mismas preguntas, y se espera que sus alumnos tengan las mismas respuestas. De modo que si logramos alguna pequeña modificación en el actuar de estos futuros profesores tendremos que estar felices, porque esos que piensan un poco diferente van a educar a otros para lograr una variación mayor y así sucesivamente. Es curioso que, por ejemplo, acá no tenemos ningún problema nuevo desde hace 20 años, no tenemos problemas nuevos, todos los problemas de la educación y particularmente de la enseñanza son los mismos hace más de 20 años. Por eso la CTS no puede ser una técnica sino una cultura, porque si el profesor tiene la cultura de CTS está empoderado de una nueva idea y los trabajos que va a realizar, la forma como va a entender al estudiante, será distinta, y ahí tendremos una conquista.

OC: Hay muchos docentes que aún siguen asumiendo que desarrollar la perspectiva CTS se trata de aplicar el contenido específico en el funcionamiento de un artefacto o explicar un nuevo objeto. Por ejemplo, en física se proponen cosas como trabajar los contenidos en torno a cómo funciona el celular.

AC: Exacto, eso no es CTS, hay una percepción equivocada de reducirla a simplemente a hablar de algo cotidiano. Pero, por ejemplo, el celular no cotidiano no tiene contexto, el problema en sí o el hecho cotidiano no es el CTS, porque el asunto es tener un hecho cotidiano y analizarlo con las fuerzas sociales, políticas, económicas, los valores sociales, las intencionalidades, los intereses de los grupos de ciencia y de tecnología, intereses industriales, financieros: todo esto es CTS.

OC: Muchos profesores cuestionan la perspectiva CTS o, en general, cualquier estrategia de enseñanza

que se distancie de lo tradicional, argumentando que en este tipo de metodologías se pierde rigor en la enseñanza de los conceptos científicos en sí. ¿Qué les decimos a este cuestionamiento?

AC: Tenemos que decir que esa afirmación no es verdad. Quienes tienen esta duda es porque no comprenden lo que es la construcción social de la ciencia y la tecnología. Por ejemplo, hablemos del caso tradicional y típico de la bicicleta (desde Pinch y Bijker). Si recordamos la historia del modelo de bicicleta que acabó venciendo o imponiéndose, vemos que es el resultado de un modelo de interacción social. Entonces, se empezaron a hacer las primeras investigaciones sobre cuál era el modelo ideal de bicicleta, si era mejor con una rueda grande al frente y una pequeña atrás, lo que hacía que la bicicleta fuera muy alta; las mujeres no podían montar, ni los niños, ni las personas de la tercera edad, etc. Ahí vemos una interacción entre la producción del aparato bicicleta con los grupos de interés en utilizarla, que eran las señoras, los niños, los viejos, los atletas, los trabajadores, y esa interacción fue modificando el modelo hasta encontrar uno vencedor que atendiera a las necesidades de todos. Esto muestra que la visión de la sociología de la tecnología es de cambios en un proceso de acomodación con los grupos de interés, pero ello no implica desconocer la ingeniería de la bicicleta ni olvidar los conceptos de seguridad. En el campo de la ciencia es la misma cosa. Cuando hablamos por ejemplo de la producción de un fármaco estamos en la ciencia pura, pero si preguntamos: ¿Cuál es el fármaco más moderno o más contemporáneo para el tratamiento de una enfermedad?, no podemos hablar directamente, porque los fármacos que tenemos disponibles son aquellos que las fábricas resolvieron ofrecer a partir de un conjunto de posibilidades e intereses. Esto quiere decir que el desarrollo de algunas tecnologías y conceptos que alcanzan el mercado están vinculados a intereses políticos, financieros y económicos de grupos, y al hablar esto no estamos discutiendo un concepto menor de la ciencia, la ecuación del fármaco es la

misma y es en torno a ella que tenemos que hablar. No solemos discutir la ciencia, la producción de conocimiento, la ecuación o la matemática, igual pasa con los principios de la física.

OC: Suelen ser vacíos, son formulaciones que muchas veces carecen de sentido para los estudiantes.

AC: Otro ejemplo es el de los automóviles con combustible de gasolina, de etanol, de hidrógeno o eléctricos, podemos hacer unas ecuaciones químicas y calcular las energías involucradas. Esto es ciencia, pero es CTS cuando hablamos o indagamos por qué será que los productores de carros a gasolina tienen tanto poder y por qué no logramos desarrollar carros eléctricos. Esto ya es política, son grupos de interés. Eso sí es CTS, no las ecuaciones, es el entorno de cada una de esas cuestiones sociocientíficas o sociotécnicas, que en el fondo son sociopolíticas. Pero los profesores no sabemos hablar de estos temas. Estábamos preparados para hablar de la ciencia y la tecnología y en la actualidad tenemos que hablar también sobre la ciencia y la tecnología.

OC: Y deberíamos saber, porque esto es lo que le da un sentido real al estudio de las ciencias, por ejemplo, en la educación media, en la que no se enseña la química para que todos sean químicos, pero se espera que el aprendizaje de la química les aporte al desarrollo y fortalecimiento en su forma de ver la vida y de pensar sobre diversos asuntos que tienen que ver con su cotidianidad.

AC: No todos serán químicos, pero todos serán ciudadanos.

OC: Sí, y muchos podrían ser políticos, por ejemplo. Nos convendrían políticos más conscientes y reflexivos.

AC: Y muchos ciudadanos que van hacer indagaciones. Hoy tenemos una nueva ley del Congreso y uno se podría preguntar, en primer lugar, ¿a quién le interesa esta ley? Porque la legislación no

siempre atiende a las necesidades generales, pero si hablamos de que el gobierno va a valorizar el transporte por medio de buses y no va a priorizarlo por medio de trenes, estas son decisiones políticas que favorecen a grupos de interés económico y de ciencia, porque existe la ciencia del combustible fósil como la gasolina y el petróleo, además de la metalurgia. Analizar estas motivaciones también es CTS. Por eso es que no podemos hablar de CTS en algo que no sea interdisciplinario.

OC: Ahí se enfrenta el problema de que muchos profesores le tienen miedo, o desconocen, en qué consiste la interdisciplinariedad, porque piensan que hay que ser experto en todas las áreas. O piensan que si las ciencias puras se miran desde otras disciplinas pierden su rigurosidad. Ya para finalizar me gustaría que nos dejara algún mensaje sobre hacia dónde piensa que se deben enfocar las investigaciones en enseñanza de la química.

AC: Pienso que la enseñanza de la química tiene que enfocarse en la percepción del mundo real que tenemos, porque la química tiene características muy propias, un lenguaje específico, signos específicos. Y una forma de manifestarse también específica. Hay una tendencia natural de alejarse del mundo real en la enseñanza de la química y de ser una manera de entender las cosas que estamos viviendo. Por otro lado, muchas personas creen que la química está restringida a pequeños acontecimientos y reacciones en la vida cotidiana, entonces es necesario encontrar espacios para hablar de la química del mundo real que puede ser explicado por el conocimiento químico que hemos acumulado. Esto no quiere decir que vayamos en detrimento de la enseñanza de la ciencia química, sino que se deben buscar maneras de hacer la praxis entre los dominios del contenido químico y su función social, para lo cual hay muchas estrategias. Cada uno de nosotros debe buscar una cultura

de la enseñanza para que podamos enriquecer el espacio escolar, no hay una receta. CTS no es el único camino, hay otros, todos muy buenos. El profesor necesita aprender a hacer.

OC: Aún hay mucho por hacer...

AC: Con toda seguridad, pero tenemos que romper con el pasado, no podemos enseñar del mismo modo como nos enseñaron, porque hoy tenemos una diversidad de perspectivas y un mundo contemporáneo que nos plantea nuevos desafíos.

OC: Bueno, profesor Alvaro, muchas gracias por atender esta entrevista y compartir con nosotros sus reflexiones y su producción, hasta una próxima oportunidad.

AC: Gracias a ustedes.

Alguna producción bibliográfica del Dr. Chrispino

- CHRISPINO, A. *et al.* A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos?, **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 2, pp. 455-479. 2013. Disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132013000200015&lng=pt&tlng=pt>.
- CHRISPINO, A. **Introdução aos enfoques CTS (ciência, tecnologia e sociedade) na educação e no ensino**. OEI. Madrid: España, 2017. Disponible en: <<http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Introducao-aos-Enfoques-CTS-Ciencia-Tecnologia-e-Sociedade-na-educacao-e-no>>.
- MELO, T. B. *et al.* Os temas de pesquisa que orbitam o Enfoque CTS: Uma Análise de Rede sobre a produção acadêmica brasileira em Ensino. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru, v. 16, n. 3, pp. 587-606. 2016. Disponible en: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2724/2791>>.



EXPLORANDO O CONCEITO “DENSIDADE” COM ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL

EXPLORING THE “DENSITY” CONCEPT WITH STUDENTS FROM BASIC EDUCATION

EXPLORANDO EL CONCEPTO DE “DENSIDAD” CON ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Fabiele Cristiane Dias Broietti*, Talita Parpinelli Ferracin**, Viviane Arrigo***

Cómo citar este artículo: Dias Broietti, F. C., Parpinelli Ferracin T. y Arrigo, V. (2018). Explorando o conceito “densidade” com estudantes do ensino fundamental. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 13(2), 201-217. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.11572>

Resumo

Densidade é um conceito científico que gera algumas confusões entre os estudantes, sendo muitas vezes ensinado apenas de forma matematizada, o que acarreta grandes dificuldades em entendê-lo em situações cotidianas. Nesse contexto, o presente artigo investiga o entendimento de estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental acerca desse conceito, também apresenta e discute uma sequência de atividades, elaboradas com base na abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos, desenvolvida com esses estudantes. Os dados foram coletados por meio de questionários propostos no primeiro e no terceiro momento, além de registros de campo ao longo da realização das atividades. A análise e interpretação dos dados foram realizadas com base nos pressupostos da análise de conteúdo. Como resultado percebeu-se que a maioria dos estudantes relaciona a qualidade de flutuação dos corpos com a densidade, porém ainda destaca outros argumentos a favor dos demais parâmetros como o peso, a quantidade e a imiscibilidade. Nesse sentido, ressaltamos a necessidade de estudos que ampliem essa discussão e de outras propostas de ensino que discutam esse conceito nos mais diversos níveis de ensino.

Palavras chaves: densidade, três momentos pedagógicos, ensino fundamental.

Recibido: 02 de febrero de 2017; aprobado: 17 de noviembre de 2017

* Professora e orientadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Londrina, PR – Brasil. Professora Adjunta do Departamento de Química da mesma instituição. Correio eletrônico: fabieledias@uel.br

** Especialista em Química do cotidiano na escola pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Londrina, PR – Brasil. Correio eletrônico: talitaferracin@yahoo.com.br

*** Doutoranda em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Londrina, PR – Brasil. Professora Assistente do Departamento de Química da mesma instituição. Correio eletrônico: viviane_arrigo@hotmail.com

Abstract

Density is a scientific concept that generates some confusion among students, were often taught only in mathematical form, which entails great difficulties in understanding it in everyday situations. In this context, this article investigates the understanding of students of the 9th year of elementary school about this concept, also presents and discusses a sequence of activities, elaborated based on the methodological approach of the Three Pedagogical Moments, developed with these students. Data were collected through questionnaires proposed in the first and third moments, as well as field records throughout the activities. Data analysis and interpretation were carried out based on the assumptions of the content analysis. As a result, it was noticed that most of the students relate the buoyancy of the bodies with the density but still highlights other argumentation in favor of the other parameters such as weight, quantity, and immiscibility. In this sense, we emphasize the need for studies that broaden this discussion and other teaching proposals that discuss this concept in the most diverse levels of teaching.

Keywords: density, three pedagogical moments, elementary school.

Resumen

La densidad es un concepto científico que genera algunas confusiones entre los estudiantes, siendo muchas veces enseñado solamente desde el modelo matemático, esto acarrea grandes dificultades para comprenderlo en situaciones cotidianas. En este contexto, presentamos resultados de investigación sobre la manera como estudiantes de noveno grado de la educación básica comprenden este concepto. También presentamos y discutimos una secuencia de actividades, elaborada con base en la estrategia metodológica de los tres momentos pedagógicos, aplicada con este grupo de estudiantes. Los datos fueron tomados por medio de cuestionarios propuestos en el primero y tercer momento, además de los registros de campo a lo largo del desarrollo de las actividades. El análisis y la interpretación de los datos se realizó con base en los presupuestos del análisis de contenido. Como resultado encontramos que la mayoría de los estudiantes relaciona la flotación de los cuerpos con la densidad; sin embargo, presentan otros argumentos considerando otros parámetros como peso, cantidad y la no miscibilidad. En este sentido, resaltamos la necesidad de estudios que amplíen esta discusión así como de otras propuestas de enseñanza que discutan este concepto en los diferentes niveles de enseñanza.

Palabras clave: densidad, tres momentos pedagógicos, educación básica.



Atribucion, no comercial, sin derivados

[202]

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

e-ISSN: 2346-4712 • Vol. 13, No. 2 (jul-dic 201), pp. 201-217

Introdução

O Ensino Fundamental¹ é uma etapa da educação básica em que o estudante deve desenvolver a capacidade do aprendizado por meio do domínio da leitura, da escrita e do cálculo. Na área de Ciências Naturais o aprendizado deve propiciar aos estudantes o desenvolvimento de uma ampla compreensão do mundo, de modo que esses possam coletar, processar, analisar informações e ter capacidade decisiva frente a diferentes situações (BRASIL, 1998).

Nesse sentido, compete ao professor possibilitar o questionamento, o debate e a investigação, visando ao entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o estudante (BRASIL, 1998).

Durante as aulas de Ciências, é nítida a dificuldade dos estudantes na compreensão do conceito de densidade. Muitas vezes há a memorização da fórmula ($d=m/v$), o que não condiz com a utilização correta do conceito em situações cotidianas, como no caso da flutuabilidade dos corpos. A flutuação dos objetos é um assunto bastante questionado pelos estudantes. São exemplos: “Como um navio feito de aço, tão pesado, flutua?”; “Como o submarino afunda e depois sobe novamente?”. É claro que devemos lembrar que, dependendo do tipo de questão formulada, outros conceitos, além da densidade, são necessários para melhor compreensão do fenômeno, como os conceitos de forças intermoleculares, polaridade, imiscibilidade, empuxo (FARIAS, 2004).

Muitos estudantes não conseguem compreender esses conceitos isoladamente, muito menos extrapolá-los para explicar fenômenos cotidianos; acabam, assim, se embasando em conhecimentos do “senso comum” para formular suas respostas.

Nesse contexto, relacionado às dificuldades dos estudantes na compreensão de alguns conceitos científicos, a proposta didática apresentada neste artigo foi elaborada com o intuito de apresentar e discutir uma intervenção para abordar o conceito de densidade. Para tal, apresentamos inicialmente a dinâmica didático-pedagógica conhecida como os Três Momentos Pedagógicos (3MP) (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002), a começar por suas origens até chegar ao Ensino de Ciências, bem como seus limites e potencialidades. Em seguida, expomos breves considerações da literatura sobre o conceito de densidade e na sequência detalhamos a proposta didática de intervenção desenvolvida em conformidade com os 3 MP. Ao final do artigo, discutimos os resultados desta proposta e explanamos algumas implicações para o ensino do conceito de densidade.

1. Os três momentos pedagógicos

Ao fazer um levantamento histórico dos três momentos pedagógicos, MUENCHEN (2010) explica que esta dinâmica foi originada a partir dos anos 80 durante o desenvolvimento de um projeto de ensino de ciências na Guiné-Bissau, denominado: Formação de Professores de Ciências Naturais da Guiné Bissau, coordenado inicialmente por Delizoicov e Angotti. Posteriormente, juntaram-se a eles os investigadores Pernambuco e Dal Pian com o projeto: Ensino de Ciências a partir de Problemas da Comunidade, coordenado por PERNAMBUCO (1993). Em seguida, no trabalho desenvolvido na Secretaria Municipal de Educação da cidade de São Paulo: Interdisciplinaridade via tema gerador, quando Pierson e Zanetic juntaram-se ao grupo, percebe-se a presença das ideias de Paulo Freire, principalmente com relação às categorias dialogicidade e problematização.

1 O Ensino Fundamental de nove anos foi implementado no Brasil a partir de 2005. A intenção é fazer com que aos seis anos de idade a criança esteja no primeiro ano do Ensino Fundamental e termine essa etapa de escolarização aos 14 anos, assegurando a todas as crianças, um tempo mais longo no convívio escolar, mais oportunidades de aprender e um ensino de qualidade (BEAUCHAMP, PAGEL, NASCIMENTO, 2007).

O pensamento freireano de que o diálogo entre educador e educando é o aspecto fundamental para a problematização de situações reais vividas e, as suas ideias para uma educação problematizadora baseada em temas foram fundamentais para as ações e reflexões desse grupo (MUENCHEN, 2010). DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO (2011) destacam que as práticas pedagógicas cuja referência é o tema gerador têm suas bases teóricas na pedagogia de Paulo Freire, como podemos verificar a seguir:

Os temas geradores foram idealizados como um objeto de estudo que compreende o fazer e o pensar, o agir e o refletir, a teoria e a prática, pressupondo um estudo da realidade em que emerge uma rede de relações entre situações significativas individual, social e histórica, assim como uma rede de relações que orienta a discussão, interpretação e representação dessa realidade (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2011 p. 165).

Explicitado por MUENCHEN (2010), o roteiro pedagógico, que já era utilizado pelo Centro de Educação Popular Integrada (CEPI), estava organizado em três momentos: *Estudo da Realidade*, *Estudo Científico* e *Trabalho Prático*. O primeiro se referia ao contato inicial com o assunto a ser estudado, o que podia ser feito examinando o objeto em estudo ou por meio do levantamento de informações sobre o assunto. No segundo momento eram abordados os aspectos necessários à compreensão da realidade por meio de teorias científicas, habilidades de cálculo, manuseio de instrumentos, entre outros. E, o terceiro “consistia na realização de atividades coletivas estimuladas pelo estudo científico e articuladas a intervenções que se relacionavam com as condições locais em que a população vivia”, o que podia ser feito por meio de atividades culturais como a produção de sabão, a conservação do espaço escolar, entre outras (MUENCHEN, 2010 p. 110).

A autora então destaca que a partir do desenvolvimento do projeto de ensino de Ciências Naturais na Guiné-Bissau foi possível estabelecer o que hoje se denomina de três momentos pedagógicos,

inicialmente denominado “roteiro pedagógico” (DELIZOICOV, 1982). No entanto, esclarece que a aplicação do roteiro pedagógico ocorreu inicialmente em nível de proposta no ano de 1979, implementada por Demétrio Delizoicov e Nadir Castilho na formação dos professores guineenses. Desta proposta inicial emergiram algumas transformações/ inovações que contribuíram para a constituição de conhecimentos e práticas do grupo, especificamente por Demétrio Delizoicov, José André Angotti e, posteriormente, pelas contribuições de Marta Pernambuco. Então, o roteiro pedagógico deu origem aos 3MP a partir de adequações realizadas nos momentos pedagógicos adotados no CEPI.

Nas características do roteiro pedagógico é perceptível uma inspiração teórico-crítica, mesmo não estando vinculado às ideias freireanas de educação. A apropriação do saber científico tendo em conta preparar os alunos para a compreensão e análise crítica da realidade com vistas a sua transformação, também são bases presentes na proposta inicial. No entanto, na reconstrução dos três momentos pedagógicos, o principal avanço em relação ao roteiro pedagógico refere-se a incorporação da dialogicidade em cada um dos três momentos, consolidando uma abordagem adaptada da concepção freireana para um contexto de educação formal (MUENCHEN, 2010; DELIZOICOV, 1982). Estas características dialógicas são explicadas por Pernambuco 1994 e novamente apresentadas por DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO (2011 p. 167):

Ao organizar uma aula, uma sequência de conteúdos, uma reunião com pais, estamos sempre atentos à situação inicial que gera o passo seguinte. É o momento de compreender o outro e o significado que a proposta tem em seu universo e ao mesmo tempo permitir-lhe pensar, com um certo distanciamento, sobre a realidade na qual está imerso. É o momento da fala do outro, da decodificação inicial proposta por Paulo Freire, quando cabe ao professor, ou ao organizador da tarefa, ouvir e questionar, entender e desequilibrar os outros participantes, provocando-os a mergulhar na etapa seguinte. Este primeiro

momento constitui o estudo da realidade (ER). Uma segunda fase ou momento é o de cumprir as expectativas: é quando, percebendo quais as superações, informações, habilidades necessárias para dar conta das questões inicialmente colocadas, o professor ou educador propõe atividades que permitam a sua conquista. Aqui predomina a fala do organizador. Apesar de não se perder de vista a fala do outro, o que orienta essa etapa é a tentativa de propiciar os saltos que não poderiam ser dados sem o conhecimento do qual o organizador é o portador. É o momento da organização do conhecimento (OC). O terceiro é o da síntese, quando a junção da fala do outro com a fala do organizador permite a síntese entre as duas diferentes visões de mundo, ou, ao menos, da percepção de sua diferença e finalidade. É um momento em que uma fala não predomina sobre a outra, mas juntas exploram as perspectivas criadas, reforçam os instrumentos apreendidos, fazem um exercício de generalizações e ampliação dos horizontes anteriormente estabelecidos: aplicação do conhecimento (AC).

Os autores salientam que o fazer pedagógico visa sempre partir do que o aluno vive e sabe com a finalidade de ampliar esse universo e ainda promover o desenvolvimento de uma habilidade de buscar conhecimento. As referidas dinâmicas didático-pedagógicas, além de viabilizar a construção de um projeto coletivo para os professores de uma escola, possibilita o enfrentamento dos diferentes tipos de heterogeneidade entre alunos, estabelecendo um compromisso com os princípios teóricos adotados, os objetivos, as características e vivências dos alunos (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2011).

A partir do final dos anos 1980 foram publicados o livro “Física” (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1990a) e o livro “Metodologia do Ensino de Ciências” (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1990b), originados do “Projeto diretrizes gerais para o ensino de 2º grau: núcleo comum e habilitação magistério”, que tinha por objetivo o desenvolvimento de conteúdos das disciplinas do Núcleo Comum e da Habilitação Magistério. Em ambas as obras os autores propunham e utilizavam a dinâmica didático-pedagógica que ficou conhecida

como os “Três Momentos Pedagógicos”, apresentada inicialmente por Delizoicov em 1982 e fundamentada pela perspectiva de uma abordagem temática (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002).

MUENCHEN, DELIZOICOV (2014) relatam que a edição dos referidos livros possibilitou a disseminação da dinâmica dos 3MP entre a comunidade de profissionais do Ensino de Ciências. O livro “Física” por meio do Programa de Melhoria e Expansão do Ensino Médio (MEC) e o livro “Metodologia do Ensino de Ciências”, que em 1994, integrou o Programa Nacional Biblioteca do Professor (PNBP). Ambos também constaram e constam como bibliografia em editais de concursos públicos para a carreira do magistério, além de serem utilizados como bibliografia para organização das ementas de disciplinas de cursos de licenciatura da área de ciências da natureza e de programas de pós-graduação com foco no ensino de Ciências e em cursos de formação continuada de professores, no quais os 3MP são empregados.

No livro “Metodologia do Ensino de Ciências” os momentos pedagógicos são explorados no 2º capítulo da obra, inicialmente apresentados pelos autores como uma proposta de abordagem metodológica. No entanto, após compreendidas algumas contraposições relacionadas as premissas epistemológicas e pedagógicas defendidas no decorrer do livro, DELIZOICOV, ANGOTTI (1994) apresentam os 3MP e as características essenciais de cada um deles (MUENCHEN, 2010).

Na Problematização Inicial são discutidas situações reais que geralmente fazem parte do cotidiano dos estudantes. Essas situações se relacionam com o conteúdo que será abordado. Nessa etapa o professor apenas instiga a participação dos aprendizes por meio de questões e discussões, porém não dá respostas conclusivas. Por meio dessa etapa é possível averiguar o conhecimento prévio dos alunos acerca do assunto abordado. É uma fase na qual os estudantes podem perceber que são necessários conhecimentos adicionais para dar as respostas adequadas ao problema inicial (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO 2002; MARENGÃO, 2012).

No segundo momento, denominado Organização do Conhecimento, são trabalhados os conteúdos necessários para a solução dos problemas levantados na problematização inicial. O professor inicia um roteiro pedagógico do conteúdo, com diversas tarefas, experimentos e outras atividades, a fim de favorecer a superação da visão simplista do estudante sobre o problema inicial. Com isso, o professor fornece informações adicionais aos alunos (DELIZOICOV, 1982; MARENGÃO, 2012).

E, na aplicação do conhecimento, outros conhecimentos podem extrapolar-se além da questão inicial, tendo como base os mesmos conceitos científicos, ou seja, há ampliação do conteúdo programático, extrapola-o para uma esfera que transcende o cotidiano do aluno (DELIZOICOV, 1982; MARENGÃO, 2012).

Nessa perspectiva, o uso da abordagem dos momentos pedagógicos se configura como uma dinâmica de organização do trabalho do professor para efetivar esse esforço da abordagem temática com a dimensão cognitiva.

2. Densidade em foco

Apesar de aparecer frequentemente em situações cotidianas, a densidade é um conceito científico que ainda gera algumas confusões entre os estudantes (ROSSI *et al.* 2008; XU, CLARKE, 2012; ESTADOS UNIDOS, 2014). Essas dificuldades passam a ser ressaltadas quando os estudantes são expostos a situações cotidianas diversas que fazem uso desse conceito e que acabam não sendo bem compreendidas.

De acordo com ROSSI *et al.* (2008), uma possível explicação para essa falta de compreensão pode ser atribuída ao fato de, na escola, a densidade ser, na maioria das vezes, associada apenas à matemática, ou seja, relacionada a fórmula ($d=m/v$) ou ao seu valor resultante e limitada a exemplos como misturas entre líquidos ou entre sólidos.

HERRON (1975) também salienta que conceitos que envolvem razão são extremamente difíceis de serem compreendidos por alguns estudantes. Segundo o autor, os estudantes são capazes de memorizar

um algoritmo para realizar cálculos numéricos, contudo são incapazes de aplicar o conceito em qualquer problema diferente daqueles analisados ou discutidos em aula. Para ele, estudantes que aprenderam a calcular densidade a partir de dados de massa e volume são frequentemente incapazes de responder questões simples tais como: “água possui densidade menor que o ácido sulfúrico. Qual terá maior volume, 100g de água ou 100g de ácido sulfúrico?”. Nesse contexto, concordamos com MORTIMER, MACHADO, ROMANELLI (2000), ao afirmar que:

[...] ao se ensinar densidade com ênfase na expressão matemática, o estudante dificilmente conseguirá aplicá-lo em seu cotidiano, como para explicar o funcionamento dos densímetros em postos de gasolina, o que indica que o aluno não aprendeu o conceito, mas apenas sua definição, já que um conceito implica ao mesmo tempo a relação com objetos e com outros conceitos. (p. 274)

Dessa forma, muitos estudantes aprendem densidade apenas como o resultado da razão “massa pelo volume”. Isso torna o conceito abstrato e impede que os alunos compreendam algo além da fórmula (HAWKES, 2004).

SNIR, SMITH, GROSSLIGHT (1993) enfatizam que o fato de a densidade não poder ser observada diretamente, mas ser um valor inferido por meio da relação entre outras observações e medições, favorece a abstração do tema e a dificuldade de entendimento do conceito.

Outro obstáculo no ensino desse conceito, por parte dos educadores, é o fato do termo “densidade” apresentar distintas definições, dependendo da área de estudo em que é utilizado. Segundo o Dicionário Eletrônico Houaiss (BRASIL, 2007), densidade pode ser definida como:

[...] qualidade do que é denso, compacto; bastidão, espessura, densidão (substantivo feminino);[...] riqueza de conteúdo; profundidade emocional ou complexidade intelectual (sentido figurado);[...] grandeza, ger.

expressa em bits por polegada quadrada, que exprime a quantidade de dados digitalizados passíveis de serem armazenados na unidade de área de uma superfície magnética (informática). (s/p)

HAWKES (2004) ainda afirma que a densidade se relaciona com a distribuição das partículas de uma determinada massa contida em um dado volume, refletindo macroscopicamente os arranjos dessas partículas em nível atômico-molecular. Para FASSOULOPOULOS, KARIOTOGLU, KOUMARAS (2003), densidade é a distribuição espacial de uma determinada quantidade que atua sobre um sistema específico dentro de um volume.

Pesquisadores argumentam que a razão para a densidade ser um conceito de difícil compreensão, pode estar relacionada ao fato de ser uma propriedade que não é diretamente perceptível, é abstrata, obtida por meio de cálculos, ou seja, não há nenhuma maneira direta de medi-la. Além disso, a resistência dos estudantes à visão científica da densidade também pode estar associada a equívocos dos estudantes, quando esses confundem peso e densidade e normalmente os misturam em um mesmo conceito (SNIR, SMITH, GROSSLIGHT, 1993; HAWKES, 2004; KANG, SCHARMANN, NOH, 2004; XU, CLARKE, 2012).

Sabe-se que o estudante não deve utilizar apenas o conhecimento do cotidiano como fonte de verdades indiscutíveis, mas apropriar-se de conhecimentos científicos e enfrentar o desafio de sua interpretação, consciente de que vive em grupo, transformando a expressão tão habitual, “Eu acho que...” na expressão “De acordo com...”, mediante o raciocínio científico (SOUZA, ARROIO, 2013).

No entanto, em nossas salas de aula, ainda nos deparamos com estudantes que se mostram incapazes de reconhecer, nos fenômenos, as representações simbólicas do conhecimento científico, ficando presos aos meros exemplos fornecidos pelo professor, conseqüentemente, não conseguindo extrapolar e interpretar o mundo a sua volta (MORTIMER, 1995).

Nesse contexto, um desafio central para os educadores de Ciências é propor atividades de ensino que favoreçam as ideias científicas e/ou estimulem mudanças fundamentais em seus próprios conceitos e, no presente caso, (re)estruturem a compreensão dessa entidade conceitual (SNIR, SMITH, GROSSLIGHT, 1993).

3. A coleta de dados e o percurso metodológico

As atividades, com foco no conceito densidade, foram realizadas nas aulas de Ciências, em duas turmas de 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular localizada na cidade de Londrina, Paraná, Brasil. Participaram da investigação 71 estudantes. As atividades foram elaboradas de acordo com a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1994; MUENCHEN, 2010), que consiste em uma proposta dinâmica, para abordar conteúdos em sala de aula, dividida em três momentos, a saber: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Nesta investigação, na problematização inicial, foi proposta uma atividade (Quadro 1) sobre o motivo de o petróleo flutuar na água do mar caso um navio petroleiro sofresse um acidente. Nessa atividade o objetivo consistia em identificar as ideias iniciais dos estudantes a respeito do assunto a ser trabalhado. A atividade foi realizada em grupos de quatro estudantes, sem intervenção por parte do professor.

No segundo momento, a organização do conhecimento, foram realizadas algumas atividades, com o objetivo de discutir o conceito em foco. Iniciou-se com a leitura, realizada pelos estudantes, de parte de uma crônica (Quadro 2), que abordava o diálogo entre o coronel Olegário e seu filho mais novo, Paulo, que intrigado com as diferentes situações do cotidiano envolvendo fluabilidade de substâncias, corpos e objetos, questiona o pai, solicitando explicações dos diferentes fenômenos (SANTOS FILHO, 2006).

Quadro 1. Atividade desenvolvida na problematização inicial.

Por que o petróleo flutua sobre o mar?

Aline, Camila, Lucas e Miguel discutem sobre qual é o motivo do petróleo flutuar e não afundar na água do mar quando um navio petroleiro sofre um acidente.

Aline diz: “O petróleo flutua porque pesa menos que a água. Quando um material pesa menos que outro, flutua”.

Lucas disse: “Eu creio que o peso não tem nada a ver, o petróleo flutua porque não pode misturar-se com a água, são imiscíveis, como o azeite e a água. Como não se mistura fica em cima”.

Camila responde: “A causa pela qual o petróleo flutua é que é menos denso que a água. Não pode ser o peso porque um quilo de petróleo pesa o mesmo que um quilo de água do mar”.

Miguel, em resposta, opina que é uma questão de quantidade. Diz: “O petróleo flutua porque está em menor quantidade que a água, além disso, o petróleo caiu em cima da água do mar”.

Responda:

- a) Qual ou quais das opiniões expressas por estes quatro companheiros reflete melhor a sua opinião.
- b) Você acredita que algum deles tem toda a razão? Por quê?

Fonte: adaptado de SANMARTÍ (1998).

Quadro 2. Crônica: O que bóia e o que afunda?

A nossa história começa na fazenda do Coronel Olegário, um lugar tranquilo, onde ele desfruta de todas as facilidades que a natureza lhe proporciona, juntamente com sua família e com seus animais. Todos os dias, o Cel. Olegário acorda muito cedo vai até o celeiro ordenhar sua vaca para o café da manhã. O leite extraído vai para a mesa ainda quente, branco, com espuma e uma camada de gordura boiando. Dona Leondina acorda em seguida e acompanha o marido na refeição matinal; porém, ela raspa a gordura que boia sobre o leite, pois não gosta de tomá-la.

Certo dia, Paulo, o filho mais novo, foi buscar um copo de água na cozinha e viu sua avó, dona Tibúrcia, fazendo massa para pão. Resolveu ajudá-la. Depois de um tempo, notou um fato interessante: enquanto a farinha pura boiava na água, quando sua avó colocava a massa pronta em um copo com água, para saber quando a massa estaria pronta para assar, ela afundava. Diante disso, Paulo pensou: Será que afundar na água depende, unicamente, do tamanho das bolinhas de massa que a vovó prepara? Pegou então a massa de pão e fez três bolinhas; uma muito grande, uma média e uma muito pequena. Em seguida, jogou cada uma das três bolinhas em um copo com água e percebeu que todas afundaram. Observou ainda que o fato de afundar não dependia, unicamente, da quantidade de massa de pão.

De repente, ouviu-se um barulho incrível e todos que estavam no interior da casa saíram apressados para ver o que acontecera.

Um caminhão havia tombado e toda serragem que ele transportava caíra no rio, às margens da estrada. Todos ficaram perplexos e sem ação, olhando para o rio coberto com a serragem que boiava e seguia o movimento das águas. Paulo, rapidamente, pegou um balde e retirou uma amostra de água do rio. Adicionou mais serragem ao balde para aumentar a quantidade desta em relação à quantidade de água e percebeu um fato importante: a serragem continuava boiando.

Com isso ele concluiu que a serragem continuaria boiando no rio, independentemente de sua quantidade, da mesma maneira que a massa de pão sempre afundaria na água.

Uma ideia muito importante estava, então, começando a se formar na cabeça de Paulo, que passou a observar mais atentamente tudo o que acontecia ao seu redor. Em outra ocasião, quando o sol ainda nem havia aparecido, Paulo, ainda sonolento, levantou e foi até a cozinha; pegou dois copos e preencheu, completamente, um deles com areia e o outro com serragem. Em seguida, pegou duas jarras idênticas e colocou exatamente a mesma quantidade de água em ambas. Despejou a serragem em uma delas e a areia na outra. Pronto! Tudo havia ficado muito claro. A areia afundou e a serragem boiou, e isso não dependeu das quantidades de serragem e areia utilizadas.

Um pouco mais tarde, o Cel. Olegário acordou e, como de costume, foi ordenhar uma de suas vacas. Tãmanha foi sua surpresa quando, retornando à casa, encontrou seu filho adormecido, sentado em uma cadeira, com a cabeça sobre a mesa, segurando um jarro em cada mão. Ficou espantado por um instante, mas não fez nenhum alarde; colocou um copo de leite a sua frente e aguardou até que ele acordasse. Quando isso aconteceu, o menino viu o copo de leite com um pouco de gordura em sua superfície e imaginou: “puxa, parece com algo com o qual sonhei!” Intrigado com tudo, Paulo começou a se questionar mais e mais sobre a constatação de que, na água, algumas espécies, líquidas ou sólidas, boiam, enquanto outras afundam. O que deveria governar aquelas observações?

Apesar de todos os atrativos que a fazenda de seu pai pudesse lhe proporcionar, Paulo decidiu encontrar uma explicação para aquelas observações. Como não dispunha de livros em sua casa, ele decidiu telefonar para Gildôncio, um de seus amigos de infância, pois sabia que ele estava bem adiantado em seus estudos na capital.

Quando Paulo relatou aquelas observações a seu amigo, este lhe respondeu prontamente: “Meu caro Paulo, você ainda é muito novo para se preocupar com essas coisas”. Em todo caso, apenas para satisfazer sua curiosidade, digo-lhe que existe uma propriedade de todas as substâncias chamada densidade. É ela que define o que boia em quê. Se você tiver uma mistura de várias substâncias em que, pelo menos uma delas se encontre no estado líquido, tudo que for mais denso que o líquido afundará nele, enquanto que, tudo o que for menos denso deverá boiar ou flutuar.

Em um primeiro momento, o curioso Paulo se deu por satisfeito e começou a tirar suas próprias conclusões: a gordura e a serragem devem ser menos densas que a água, ao passo que o mel e a massa de pão devem ser mais densos que ela e por isso afundam. Aparentemente, Paulo havia satisfeito a sua curiosidade e achou muito interessante praticar, no seu dia-a-dia, a nova informação adquirida, imaginando que isso seria um hábito muito salutar e que ajudaria a desenvolver o conhecimento adquirido.

Naquele mesmo dia, o Cel. Olegário estava indo pescar e convidou o seu filho para acompanhá-lo. Mal sabia ele o quanto este curioso iria atrapalhar o seu lazer. Chegando à beira do rio, munidos de todo o equipamento, iniciaram a sua agradável pescaria. Cel. Olegário já de início jogou um pedaço de miolo de pão para atrair os peixes. Tão logo, o moleque viu o pão boiando exclamou: - Olha lá pai, o miolo é menos denso que a água!

Paulo ficou intrigado com aquilo, pois, no dia anterior havia constatado que a massa do pão era mais densa que a água. Contudo ficou quieto.

Um pouco depois, a densidade lhe voltou à mente e ele disse a seu pai:

- - Pai, já pensou como seria fácil pescar se todos os peixes fossem menos densos que a água? E Paulo acabava se interessando cada vez menos pela pescaria e mais pela densidade. Quando ele avistou um tronco de árvore boiando na água, não resistiu e exclamou:
- - Nossa! Aquele baita tronco pesado boiando na água! Quer dizer que, apesar de tão pesado, ele é menos denso que a água?

A situação foi tornando cada vez mais complicada para o jovem observador, até que, em um dado instante, quando ele atirou uma pequena pedra na água e esta afundou, ele não se conteve:

- Pai, o senhor sabe por que uma pedrinha tão pequena como esta pode afundar, enquanto que aquele baita tronco de árvore flutua na água? Antes mesmo que o senhor tente responder, já vou lhe dizendo que é porque a pedra é mais densa que a água e que o tronco.
- Quer dizer que tudo que boia na água é menos denso que ela? Quer dizer que um navio é menos denso que a água? E por que então que de vez em quando tem uns que afundam? Quer dizer que em certo momento ele é menos denso que a água e em certo instante ele passa a ser mais denso e não volta mais a ser menos denso? Questionou o Cel. Olegário.
- Mas é verdade! Tudo que é menos denso que a água boia nela, enquanto que tudo que for mais denso que ela deve afundar.
- E como você explica, então, os submarinos, que ora estão sobre a água e ora afundam nela? Como o mesmo objeto pode ser ora mais denso e ora menos denso que a água? Esse negócio de densidade é bobagem! Para que ficar preocupado com isso?
- Não é preocupação, eu só estou tentando entender as coisas que acontecem ao meu redor. Talvez, este tipo de conhecimento possa me auxiliar algum dia. Olhe a sua própria vara de pescar, para que existe este chumbinho próximo ao anzol? Por que o senhor não colocou um pedaço de madeira ao invés do chumbo?
- Deve ser porque a madeira é menos densa que a água e o chumbo é mais denso que ela. Completou o pai.

Depois dessa, nosso jovem curioso resolveu deixar pra lá e guardar sua curiosidade para si mesmo. Na verdade, a sua grande decepção, naquele momento, era com a sua própria ingenuidade. Ele não se conformava com o fato de nem sequer ter perguntado ao seu amigo o que vinha a ser a tal de densidade.

Na primeira oportunidade que teve, Paulo telefonou para seu amigo Gildôncio e relatou tudo que lhe ocorrera na pescaria com seu pai. Mas a sua maior surpresa ainda estava por vir. Quando Paulo comentou que havia ficado tão empolgado com a ideia de comparar densidades, que havia até esquecido de perguntar o que vinha a ser este parâmetro, Gildôncio lhe respondeu:

- Eu tinha certeza que esta situação aconteceria! Eu percebi que você não havia perguntado o que era densidade, mas resolvi ficar quieto até que você percebesse, por si só, a necessidade de saber do que se trata esse parâmetro.

- Puxa, você é mesmo sacana, né?! Sabia que eu iria passar por uma situação daquela e mesmo assim não disse nada!
- É claro, meu amigo, você quer todas as informações assim, de graça, sem se esforçar para obtê-las e sem saber da sua real necessidade? Nada disso, você é que deve ir atrás da informação e não o contrário.

Bem, depois de todo esse discurso, faça o favor de me dizer o que significa densidade, pois tenho uma série de curiosidades a satisfazer.

- Claro, meu amigo, lá vai: “Densidade é um parâmetro que relaciona a quantidade de matéria e o volume ocupado por ela”. Em outras palavras, significa a porção do espaço efetivamente ocupada por certa quantidade de matéria. Entendeu?
- Eu não, acho que você está me enrolando!
- Olha só, respondeu Gildôncio. Alguém, algum dia, resolveu relacionar a quantidade de matéria, expressa em gramas, com o volume ocupado por ela. Isso significa que o mesmo volume de duas substâncias distintas não tem a mesma massa. Por exemplo, um copo totalmente cheio de areia é bem mais pesado que um copo do mesmo tamanho totalmente cheio de serragem. Isso significa que, para o mesmo volume de areia e serragem, a areia é bem mais pesada que a serragem.
- Não sei se já vi ou se já sonhei com isso, mas concordo com o que você está afirmando, disse Paulo.
- E Gildôncio continuou.
- Por outro lado, esse mesmo copo completamente cheio de água, ou seja, o mesmo volume de água, pesa mais que o copo de serragem e menos que o copo de areia. Juntando-se, agora, essas três observações, podemos dizer que para o mesmo volume de água, serragem e areia, a água pesa mais que a serragem e menos que a areia. Assim, a água é mais densa que a serragem e menos densa que a areia.
- Como o nosso amigo Paulo é muito mais esperto do que imaginamos, ele logo exclamou:
- Puxa, isso é legal mesmo! Será que não existe uma maneira de expressarmos tudo isso numericamente, sem ter que ficarmos repetindo tudo toda vez que tivermos que nos referir à densidade?
- Claro que existe, respondeu Gildôncio.
- Vamos, então me explique logo como é isso, disse Paulo.
- Pronto, lá vem você querendo tudo sem ter que se esforçar para obter as informações. Como imagina que podemos quantificar este conceito que estamos querendo formular?

Eu imagino que uma maneira muito simples de se relacionar massa e o volume seria multiplicar um valor pelo outro e, assim, teríamos um número, cuja unidade seria grama vezes litro.

Muito bem, meu amigo, essa seria uma alternativa; mas, em todo caso, assim como você sugeriu a multiplicação entre os valores, por que você não pensou em dividi-los. Da mesma maneira, teríamos um número que expressaria a densidade, só que agora seria expressa em gramas por litro.

- Xiiii... agora você me confundiu, disse Paulo.
- Calma, meu amigo, não precisa se preocupar. Alguém, muito antes de nós, já teve essa mesma preocupação. Não sabemos exatamente por que, mas essas pessoas optaram por dividir a massa pelo volume ocupado por ela. Ao quociente, resultante da divisão da massa pelo volume, chamaram densidade do material e sua unidade é expressa em gramas por mililitro. Não pergunte por que optaram pelo quociente ao invés da multiplicação; a verdade é que isto é aceito até os dias de hoje.
- Acho que agora estou entendendo o significado de densidade. Será que serei capaz de explicar tudo isso ao Coronel? Indagou Paulo.
- Tenho certeza que sim, responde Gildôncio.

E todo alegre, lá ia Paulo à procura de seu pai, para desfazer todo mal-entendido que estabeleceu durante a pescaria.
[...]

Fonte: adaptado de SANTOS FILHO (2006, p. 24-29).

Em seguida, após a leitura da crônica, realizou-se uma atividade experimental que consistia de um copo contendo óleo sobre água, com maior quantidade de óleo do que água. Foi perguntado aos estudantes se, ao virarmos o copo, esses materiais manteriam as posições (óleo-água), ou o fato de termos mais óleo influenciaria na mudança quanto à posição (água-óleo). O copo foi virado várias vezes

para que os estudantes pudessem observar e lançar hipóteses, notando que a quantidade de óleo era irrelevante nesse contexto.

Na sequência, utilizando-se de uma proveta e uma balança, foram calculadas as densidades de alguns materiais: água, álcool e óleo. Para isso, os cálculos de densidade foram realizados no quadro negro com a participação dos alunos. Para fins de

identificação dos materiais, a Tabela 1 foi apresentada aos estudantes, com breve discussão sobre a densidade do Mar Morto. Em relação ao Mar Morto, foi ressaltado que é um ambiente com grande quantidade de sais dissolvidos na água, muitas vezes, superior à dos demais oceanos, o que influencia na densidade da água local e, conseqüentemente, na flutuabilidade dos corpos.

Tabela 1. Densidade aproximada de alguns materiais.

Materiais	Densidade (g.cm⁻³)
Água	1,000
Álcool	0,785
Acetona	0,789
Ferro	7,86
Alumínio	2,702
Óleo de cozinha	0,86
Ouro	19,3

Fonte: adaptado de BRASIL (2003 p. 71).

Dando continuidade às atividades, foi apresentado e discutido um vídeo² que abordava a flutuabilidade. A primeira atividade do vídeo mostrava que, ao se adicionar sal à água, ocorrem mudanças no comportamento quanto à flutuabilidade dos corpos. Outra atividade do vídeo abordava a influência do formato na flutuabilidade; para essa atividade foram exibidas duas embarcações feitas de mesmo material e com a mesma massa, no entanto, com formatos diferentes.

O vídeo foi apresentado aos alunos e, posteriormente, discutido com algumas questões, como: “O que aconteceu quando o sal foi adicionado à água?”; “Como o formato da embarcação influenciou na flutuabilidade da mesma?”.

Por fim, realizou-se o terceiro momento, Aplicação do Conhecimento. Nesse, utilizam-se os conceitos discutidos no segundo momento para analisar, interpretar e encontrar respostas para o problema abordado na problematização inicial. Então,

as questões iniciais foram novamente propostas, porém, nessa etapa, o questionário foi respondido de forma individual, com o objetivo de investigar a compreensão do conceito abordado, após a realização e discussão das atividades propostas.

Os dados foram analisados de acordo com os pressupostos da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Para isso, as respostas dos estudantes ao questionário proposto no Quadro 1 foram primeiramente organizadas e sistematizadas. Os estudantes foram instigados a concordar com a(s) opinião(ões) de Aline (peso), Lucas (miscibilidade), Camila (densidade) e Miguel (quantidade) na questão “a” (Qual ou quais das opiniões expressas por estes quatro companheiros reflete melhor a sua opinião?). As respostas foram agrupadas de acordo com o conceito defendido por determinado colega no texto, por exemplo, se o estudante concordasse com Aline, ele conseqüentemente estaria afirmando que o peso seria o responsável pela flutuabilidade do petróleo sobre a água; e assim, sucessivamente. Esse mesmo procedimento foi adotado para a questão “b”.

Em seguida, as respostas foram agrupadas em categorias (peso – P; miscibilidade – I; densidade – D e quantidade – Q) e, por fim, todas as respostas, tanto as do primeiro momento quanto as do terceiro foram categorizadas para que os resultados pudessem ser discutidos com maior clareza.

4. Resultados e Discussão

Em foco as respostas fornecidas pelos estudantes no primeiro momento

Foram estabelecidas, a priori, quatro categorias relacionadas a cada conceito expresso nas respostas de Camila, Lucas, Miguel e Aline acerca da flutuabilidade do petróleo sobre a água.

Totalizaram-se, no primeiro momento, 18 grupos de alunos, ou seja, 18 respostas para cada

² Disponível em: <http://177.71.183.29/acessa_fisica/index.php/acessafisica/Midias/Audiovisual/Os-Curiosos-densidade>. Acesso em: 01 de nov. de 2017.

questão (questões “a” e “b”), uma vez que os questionários foram realizados em grupos de quatro alunos. A partir da análise da questão “a”: “Qual ou quais das opiniões expressas por estes quatro companheiros reflete melhor a sua opinião?”, foi obtida a Tabela 2.

Tabela 2. Porcentagem de grupos nas categorias relacionadas à questão “a” do primeiro momento pedagógico.

Questão “a”	
Categorias	% de grupos
P	0,00%
I	5,56%
D	33,33%
Q	0,00%
D/I	61,11%
Total	100,00%

Fonte: Os autores.

A partir dos dados expressos na Tabela 1, percebe-se que a maioria dos grupos, 61,11%, ou seja, 11 grupos de um total de 18, afirmaram que a densidade e a imiscibilidade são os principais conceitos que explicam o fato do petróleo flutuar e não afundar na água, concordando com as respostas de Lucas e Camila. 33,33% dos grupos (6 grupos) mencionaram apenas o conceito densidade para explicar o fenômeno e, por fim, 5,56% dos grupos (1 grupo apenas) confirmaram a imiscibilidade como o único conceito explicativo para a flutuabilidade do petróleo sobre a água.

Justificar a flutuabilidade dos corpos em função da imiscibilidade é algo frequentemente mencionado pelos estudantes, pois parece haver certa confusão na distinção entre esse conceito e o de densidade. Questões como: “Porque óleo e água não se misturam?” ou “Porque ao misturarmos água e óleo este último fica por cima?” embora pareçam muito semelhantes, necessitam da compreensão de conceitos distintos para seu entendimento.

Para responder à primeira questão – “Porque óleo e água não se misturam?” – o aluno deverá ter a compreensão dos conceitos de forças intermoleculares/polaridade/solubilidade/, ou seja, as

duas substâncias não se misturam por apresentarem forças intermoleculares distintas e, portanto, terem polaridades diferentes (água – ligações de hidrogênio/moléculas polares e óleo – dipolo induzido/moléculas apolares), sendo, dessa forma imiscíveis. O conceito densidade não explicaria a primeira questão, pois substâncias de densidades diferentes podem ser miscíveis, por exemplo, água ($d=1,0 \text{ g.cm}^{-3}$) e álcool ($d=0,79 \text{ g.cm}^{-3}$). O que faz com que o álcool e a água se misturem é o fato de apresentarem polaridades semelhantes, embora tenham densidades diferentes.

Com relação à segunda questão – “Porque ao misturarmos água e óleo este último fica por cima?” – neste caso, já assinalamos *previamente* a imiscibilidade, destacando as posições. Dessa forma, para esse tipo de questão a explicação para o fato de o óleo ficar por cima da água, deve-se ao conceito densidade, uma vez que o óleo ($d=0,86 \text{ g.cm}^{-3}$) é menos denso que a água ($d=1,0 \text{ g.cm}^{-3}$).

Nessa perspectiva, ROSSI *et al.* (2008) enfatizam que a sequência de uma aula é muito importante para que erros conceituais sejam evitados. Por exemplo, abordar polaridade junto (ou antes) de densidade pode facilitar a compreensão de fenômenos associados à interação entre substâncias, como também de questões envolvendo miscibilidade e solubilidade.

Abordar os conceitos de densidade, polaridade e interações intermoleculares em momentos muito distantes dificulta a articulação dos mesmos e também a compreensão de cada conceito isoladamente (ROSSI *et al.*, 2008).

Para a questão “b” – “Você acredita que algum deles tem toda a razão? Por quê?” – obtiveram-se as respostas apresentadas na Tabela 3.

Em relação à questão “b”, 55,56% dos grupos, ou seja, 10 grupos do total de 18, não concordaram totalmente com a exclusividade de um único conceito para explicar o fenômeno da flutuabilidade do petróleo sobre a água. Entretanto, 44,44% dos grupos (8 grupos) ainda afirmaram ser a densidade das substâncias a única responsável pelo fenômeno em questão.

Tabela 3. Porcentagem de grupos nas categorias relacionadas à questão “b” do primeiro momento pedagógico.

Questão “b”	
Categorias	% de grupos
P	0,00%
I	0,00%
D	44,44%
Q	0,00%
Nenhum	55,56%
Total	100,00%

Fonte: Os autores.

Na segunda parte da questão “b” – “Você acredita que algum deles tem toda a razão? Por quê?” –, os alunos deveriam justificar se concordavam inteiramente ou não com apenas um conceito para explicar o fato de o petróleo flutuar e não afundar na água. Assim, foram obtidos os seguintes resultados: de um total de 18 grupos, sete afirmaram que o petróleo é realmente menos denso que a água, cinco disseram que as ideias de Lucas e Camila se complementavam, ou seja, imiscibilidade e densidade explicavam o fenômeno, quatro não concordaram inteiramente com as respostas dadas por Lucas e Camila, afirmando que poderia haver falta de informação ou até mesmo erros em ambas as respostas, um grupo relacionou a flutuabilidade ao peso e, por fim, um grupo não justificou a resposta.

Os dados do presente estudo encontram confirmação no estudo de PICELLI (2011). Segundo a autora, muitos estudantes acreditam que o fato de o objeto boiar, inicialmente, com base em conhecimentos prévios, está relacionado apenas ao seu peso. A pesquisadora ressalta ainda que os estudantes têm imensa restrição em abandonar seus conhecimentos prévios e aceitar o novo saber científico, além, é claro, da dificuldade em atribuir a um argumento apenas a explicação do fenômeno, o que evidencia a falta de conhecimento de cada conceito em particular.

As atividades do segundo momento

Iniciamos a sequência das atividades com a leitura da crônica, durante a qual foram feitas poucas

interferências, a fim de que os próprios alunos pudessem refletir sobre as informações.

Na atividade de sobrepor óleo e água em um béquer, obtivemos como resultado o fato de o óleo sempre se manter sobre a água, independentemente da quantidade. Isso foi discutido com os estudantes, mas sem denotar o motivo real da sobreposição, explicado pelo conceito “densidade”, que iria ser construído pelos estudantes ao longo da sequência de atividades.

Em seguida, com a atividade de determinação das densidades da água, óleo e álcool, os alunos perceberam que, para um mesmo volume, a massa dos materiais variava. Obtivemos valores bem aproximados aos da tabela de referência (Tabela 1), reforçando, ainda, que os materiais possuem densidades diferentes e que essa propriedade é específica de cada material. A constatação de que a densidade do óleo é menor que a da água iria reforçar a densidade como argumento imprescindível para responder à pergunta de origem de todo trabalho: motivo do petróleo flutuar e não afundar na água.

Para SMITH *et al.* (1997), artefatos simbólicos, como o cálculo prático de medir a densidade, servem como uma ferramenta de ensino para orientar e coordenar as ações dos alunos durante o trabalho prático e como um dispositivo para documentar os resultados experimentais, que ajudam os estudantes a analisar os resultados obtidos. No entanto, devem sempre ser acrescidos de explicações.

O vídeo que trazia alguns experimentos sobre densidade foi bem explicativo e conseguiu provocar novas ideias sobre o assunto. Os estudantes perceberam que a densidade da água se alterou com a adição de sal e também examinaram a importância do formato (volume) na flutuação dos barquinhos. Por fim, o recurso abordou a flutuabilidade dos corpos como dependente tanto da densidade quanto do empuxo, o que foi realmente proveitoso para que os alunos observassem a existência de outros conceitos científicos relacionados ao assunto.

Em foco as respostas fornecidas pelos estudantes no terceiro momento

Após a realização e a discussão das atividades, no terceiro momento pedagógico, apresentamos aos estudantes as questões iniciais, porém, nessa fase, eles as responderam individualmente, totalizando 71 alunos, ou seja, 71 respostas para cada questão (questões “a” e “b”). O panorama observado nas respostas individuais apresentou-se distinto do que havia sido observado no primeiro momento.

Para a questão “a” – “Qual ou quais das opiniões expressas por estes quatro companheiros reflete melhor a sua opinião?” –, os dados estão disponíveis na Tabela 4.

Tabela 4. Porcentagem de indivíduos nas categorias relacionadas à questão “a” do terceiro momento pedagógico.

Questão “a”	
Categorias	% de indivíduos
P	0,00%
I	0,00%
D	78,87%
Q	0,00%
D/I	19,72%
D/Q	1,41%
Total	100,00%

Fonte: Os autores.

Observa-se que 78,87% dos estudantes afirmaram ser a densidade o conceito que explica o fato do petróleo ficar na parte superior. Entretanto, mesmo após as atividades, 19,72% ainda atribuíram à imiscibilidade dos líquidos (petróleo e água) e à densidade uma possível explicação do fenômeno em questão e 1,41% dos alunos acrescentam a quantidade como um fator responsável pela flutuação dos corpos.

Nesse sentido, partilhando das ideias de SMITH *et al.* (1997), MORTIMER, MACHADO, ROMANELLI (2000), os autores salientam que o estudante geralmente aprende a definição de densidade, mas isso não necessariamente implica na aprendizagem do conceito, o que só se realiza quando esse é aplicado a diferentes fenômenos, nos quais as relações entre densidade e outros conceitos vão se tornando explícitas.

Quando decoram uma definição e/ou fórmula, eles não conseguem utilizá-las para responder questões de compreensão e, ainda, não analisam as partes e nem as relacionam com o todo, como percebeu ARNONI, KOIKE, BORGES (2003), em um estudo sobre o conceito de densidade.

Essa deficiência na aprendizagem do conceito é palpável em diferentes trabalhos, quando se percebe que, apesar de os estudantes conseguirem relacionar uma situação de equilíbrio ao observarem que as densidades de dois corpos são iguais, eles ainda não conseguem fazer extrapolações, como no caso do funcionamento de um densímetro ou mesmo em outras observações práticas (BAZÍLIO, NAVES, SOARES, 2006).

Já em relação à questão “b” – “Você acredita que algum deles tem toda a razão? Por quê?” – foi obtida a Tabela 5.

Tabela 5. Porcentagem de indivíduos nas categorias relacionadas à questão “b” do terceiro momento pedagógico.

Questão “b”	
Categorias	% de indivíduos
P	0,00%
I	0,00%
D	87,32%
Q	0,00%
Nenhum	12,68%
Total	100,00%

Fonte: Os autores.

Na tabela 5, observa-se que 87,32% dos alunos concordaram que a densidade explica a flutuabilidade do petróleo sobre a água, mas ainda 12,68% sentiram-se intrigados em explicar o fenômeno da flutuabilidade correlacionando-o a apenas um único conceito. Este percentual (12,68%) demonstra a falta de delimitação e a incompreensão do conceito de densidade. Reflete ainda, certa confusão por parte dos estudantes sobre como e quando utilizar esse conceito adequadamente em situações práticas do cotidiano.

Na segunda parte da questão “b” – “Você acredita que algum deles tem toda a razão? Por quê?” –, os alunos deveriam justificar se concordavam

inteiramente ou não com apenas um conceito para explicar a flutuabilidade do petróleo sobre a água. As respostas foram as seguintes: de um total de 71 respostas (71 alunos), 43 alunos afirmaram que o petróleo é menos denso que a água, cinco alunos indicaram que nas respostas de Lucas (imiscibilidade) e Camila (densidade) faltaram informações ou elas estavam incorretas, cinco alunos confundiram densidade com imiscibilidade, escrevendo que o petróleo é menos denso que a água, por isso, não se misturam, 15 mencionaram que a diferença de densidade faz um objeto afundar ou flutuar, um afirmou que a quantidade e a densidade juntas explicavam o fenômeno, um ressaltou que a flutuabilidade dos objetos depende da densidade, empuxo e formato dos mesmos e, por fim, um aluno afirmou que o quilo do petróleo não é o mesmo que o quilo da água.

Para SMITH *et al.* (1997), a visão contínua da matéria impõe um grande obstáculo para os alunos compreenderem as propriedades da matéria em termos de partículas, por exemplo, a densidade.

A confusão e a dificuldade atribuída ao conceito “densidade” é tão importante que BAZÍLIO, NAVES, SOARES (2006) detectaram que alunos de outros níveis de ensino (graduandos de Farmácia e mestrandos em Química), tiveram dificuldade em relacionar as variáveis “volume” e “massa” com a constante que dá origem ao conceito “densidade”, pois em uma das perguntas, em que se cortava um cubo de madeira pela metade, um terço dos alunos relataram uma possível alteração na sua densidade.

PICELLI (2011) afirmou que não foi possível a elaboração do conceito “densidade” pelos seus alunos como era esperado, pois houve grande resistência dos estudantes em se afastarem de seus conhecimentos prévios, quando esses se referiam ao objeto mais denso como sendo mais pesado. A autora averiguou também que os aprendizes tiveram dificuldade em relacionar os significados conferidos aos objetos com a possibilidade desses flutuarem ou não.

Esses estudos demonstram a dificuldade de entender por que o número resultante da equação matemática ($d=m/v$) deve ser visto como uma propriedade do tipo de material ao invés do objeto ou

de seu tamanho. Nesse contexto, em virtude das dificuldades acima mencionadas, HAWKES (2004) ressalta que os educadores precisam nortear seus estudantes a compreenderem a densidade com os seus devidos princípios e ajudá-los a perceber que esses se articulam.

5. Considerações Finais

Considerando as finalidades pretendidas nesta investigação, que objetivou investigar os conhecimentos prévios de estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental sobre densidade e apresentar uma proposta de intervenção didática para abordar este conceito, trazemos como resultados algumas interpretações.

No primeiro momento pedagógico, os estudantes foram desafiados a expor seus entendimentos sobre determinada situação – neste caso, a flutuabilidade do petróleo sobre a água - tínhamos a intenção de obter um panorama das ideias dos alunos acerca deste aspecto. Evidenciamos, nas respostas dos grupos, que a maioria dos estudantes atribuiu a flutuabilidade do petróleo sobre a água a dois conceitos, intervindo isoladamente ou juntos - imiscibilidade e densidade. Este resultado ressalta a falta de clareza dos estudantes em diferenciar e compreender estes conceitos, principalmente quando relacionados a situações que fazem parte de determinados contextos.

No segundo momento, foram propostas atividades diversas com o intuito de apresentar e discutir conhecimentos científicos necessários para melhor compreensão das situações envolvidas no tema e na problematização inicial. As situações cotidianas expostas na crônica, o experimento do copo com óleo e água, os cálculos efetuados das densidades do óleo, do álcool e da água enfatizaram que a densidade é uma propriedade específica de cada substância. O vídeo também destacou que quando duas ou mais substâncias são misturadas a densidade é alterada, fato que foi percebido pela adição do sal à água. As atividades desenvolvidas reforçaram a importância da densidade para explicar o fenômeno “flutuabilidade”.

Por fim, no terceiro momento, destinado a empregar o conhecimento do qual o estudante vem se

apropriando para analisar e interpretar as situações propostas na problematização inicial, percebeu-se a (re)construção do conceito, por muitos estudantes, uma vez que a grande maioria passou a relacionar a fluabilidade ao conceito de densidade; diferenciando-a dos demais conceitos peso, quantidade e imiscibilidade. Nossa intenção, ao retomar as situações iniciais era que neste momento da intervenção didática, os estudantes passassem a compreendê-la a partir do olhar da Ciência.

Em geral, percebeu-se que os estudantes apresentam dúvidas com relação ao entendimento do conceito de “densidade”, principalmente relacionado à fluabilidade dos corpos, pois alguns destacaram argumentos a favor dos demais parâmetros (peso, imiscibilidade e quantidade). Esse fato justifica a necessidade de mais estudos sobre o tema, além da discussão de diferentes estratégias de ensino para abordar esse conceito com estudantes nos diferentes níveis de ensino.

Vale ressaltar que nossa intenção com esta proposta de intervenção didática não residia em comparar o antes e o depois, nem tampouco concluir ou afirmar que houve melhor aprendizagem pelo fato de usar a abordagem dos três momentos pedagógicos. Por se tratar de uma abordagem organizada com base em um tema, ela possibilitou a (re)significação das ideias iniciais dos alunos com vistas a construção do conhecimento científico, ou seja, a definição do conceito de densidade. Trata-se, portanto, de uma proposta em que os conhecimentos prévios dos alunos são valorizados e utilizados na construção de um diálogo interativo no sentido de proporcionar a compreensão dos conceitos científicos abordados a partir de conhecimentos de senso comum.

Referências bibliográficas

- ARNONI, M. E. B.; KOIKE, L. T.; BORGES, M. A. **Hora da ciência: um estudo sobre atividades experimentais no ensino do saber científico**. 2003. Disponível em: < www.unesp.br/programa/PDFNE2003/Hora%20da%20ciencia.pdf>. Acesso em: 09/03/2014.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1 ed. Edições 70, São Paulo. 2011.
- BAZÍLIO, H. O.; NAVES, A. T.; SOARES, M. H. F. B. **Como os alunos entendem o conceito de densidade**. Parte II, 29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Livro de Resumos, ED093. Poços de Caldas, 2006.
- BEAUCHAMP, J.; PAGEL, S. D.; NASCIMENTO, A. R. **Indagações sobre currículo: currículo e avaliação**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília: Brasil. 2007. 44 p.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais, Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental**. Brasília. 1998.
- BRASIL. Grupo de Estudo e Pesquisa em Qualidade (GEPEQ). **Interações e transformações I: Química para o Ensino Médio: Livro de Exercício**. v. 1. 5 ed., Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.
- BRASIL. Instituto Antônio Houaiss. **Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa**. Editora Objetiva Ltda. Rio de Janeiro. 2007.
- DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora para o ensino de ciências na educação formal: relato e análise de uma prática educacional na Guiné-Bissau**. 227p. Dissertação de mestrado. IFUSP/FEUSP. São Paulo: Brasil. 1982.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990a.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990b.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo, Cortez, 2002.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- ESTADOS UNIDOS. CFA (HARVARD-SMITHSONIAN CENTER FOR ASTROPHYSICS). **Understanding Density**. Cambridge. s. f. Disponível em: < www.cfa.harvard.edu/smg/Website/UCP/pdfs/Densityoverview.pdf>. Acesso em: 2/05/2014.

- FARIAS, R. F. de. Utilizando uma Luminária do Tipo “Lava-Luz” para o Ensino de Densidade, Dilatação Térmica e Transformações de Energia. **Química Nova na Escola**, São Paulo, SP, n.19, pp.43-45. 2004.
- FASSOULOPOULOS, G.; KARIOTOGLU, P.; KOURMARAS, P. Consistent and inconsistent pupils' reasoning about intensive quantities: the case of density and pressure. **Research in Science Education**, Cham, Suíça, v. 33, pp.71-87. 2003.
- HAWKES, S. J. The concept of density. **Journal of Chemical Education**, Washington, DC, v. 81, n. 1, pp.14-15. 2004.
- HERRON, J. D. Piaget for chemists. Explaining what “good” students cannot understand. **Journal of Chemical Education**, Washington, DC, v.52, n.3, pp.146-150. 1975.
- KANG, S.; SCHARMANN, L. C.; NOH, T. Reexamining the Role of Cognitive Conflict in Science Concept Learning. **Research in Science Education**, Cham, Suíça, n. 34, pp.71-96. 2004.
- MARENGÃO, L. S. L. **Os Três Momentos Pedagógicos e a elaboração de problemas de Física pelos estudantes**. 82p. Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás – UFG. Goiânia, 2012.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 1, n. 1, pp. 20-39, 1996.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, São Paulo, SP, v. 23, n. 2, pp. 273-283. 2000.
- MUENCHEN, C. **A disseminação dos Três Momentos Pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. 273p. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Trindade, Florianópolis, 2010.
- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência e educação**, Bauru, SP, v. 20, n. 3, pp. 617-638. 2014.
- PERNAMBUCO, M. M. C. A. Significações e realidade: conhecimento (a construção coletiva do programa). In: PONTUSCHKA, N. (org.) **Ousadia no diálogo: interdisciplinaridade na escola pública**. Loyola. São Paulo: Brasil. 1993.
- PICELLI, S. L. da S. D. **Investigações sobre as interações discursivas na elaboração do conhecimento de densidade nas aulas de ciências**. 161p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina – UEL. Londrina, 2011.
- ROSSI, A. V. *et al.* Reflexões sobre o que se Ensina e o que se Aprende sobre Densidade a partir da Escolarização. **Química Nova na Escola**, São Paulo, SP, n.30, pp.55-60. 2008.
- SANMARTÍ, N. La Evaluación de los aprendizajes. In: GAIRIN, J.; SANMARTÍ, N. **La Evaluación Institucional**. Ministerio Educación. Buenos Aires, Argentina. 1998. 28p.
- SANTOS FILHO, P. F. dos. Crônica: O que boia e o que afunda? É a densidade quem decide. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, Campinas, SP, v. 1, n. 1. p. 21-31. 2006.
- SMITH, C. *et al.* Teaching for understanding: A study of students' pre-instruction theories of matter and a comparison of 2 approaches to teaching students about matter and density. **Cognition and Instruction**, Londres, v. 15, n. 3, pp. 317-393.1997.
- SNIR, J.; SMITH, C.; GROSSLIGHT, L. Conceptually enhanced simulations: a computer tool for science teaching. **Journal of Science Education and Technology**, Cham, Suíça, v. 2, n. 2. 1993.
- SOUZA, D. D. D. de; ARROIO, A. Construção de argumentos escritos: a influência da metodologia de ensino e do gênero do discurso. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 18, n. 2, pp. 283-297. 2013.
- XU, L.; CLARKE, D. Student Difficulties in Learning Density: A Distributed Cognition Perspective. **Research in Science Education**, Cham, Suíça, n. 42, pp. 769-789. 2012.



OS MODELOS DIDÁTICOS DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS DA NATUREZA NO ESTÁGIO E AS IMBRICAÇÕES COM SUAS CONCEPÇÕES DE NATUREZA DA CIÊNCIA

THE DIDACTIC MODELS OF UNDERGRADUATE STUDENTS IN NATURAL SCIENCES ON INTERNSHIP AND THE CONNECTIONS WITH THEIR CONCEPTIONS ABOUT NATURE OF SCIENCE

LOS MODELOS DIDÁCTICOS DE ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y LAS IMBRICACIONES CON SUS CONCEPCIONES SOBRE NATURALEZA DE LAS CIENCIAS

Gisele Soares Lemos Shaw*

Cómo citar este artículo: Soares Lemos Shaw, G. (2018). Os modelos didáticos de licenciandos em ciências da natureza no estágio e as imbricações com suas concepções de natureza da ciência. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 13(2), 218-235. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.12443>

Resumo

Pesquisas indicam que as concepções de natureza da ciência dos professores influenciam os modelos didáticos de ensino-aprendizagem trabalhados em sala de aula. Inclusive, que esses modelos definem o nível de progressão profissional docente. Pautados nos modelos didáticos de ensino-aprendizagem trazidos por García, Porlán (2000), foram identificados os modelos apresentados por quatro estudantes de um curso de formação de professores em Ciências da Natureza durante seu processo formativo. Esses modelos foram relacionados a suas concepções epistemológicas e foram identificados quanto ao nível de progressão profissional. Os dados foram coletados durante uma disciplina pedagógica na universidade e no decorrer do estágio das participantes, por meio de gravações de vídeo das aulas, relatórios de estágio e entrevistas individuais. Esses dados foram analisados pela análise textual discursiva. Três licenciandas apresentaram práticas que se aproximam do modelo didático de ensino-aprendizagem por redescoberta e uma delas apontou práticas referentes ao modelo didático investigativo. Além disso, foram identificadas três licenciandas em nível intermediário de progressão profissional e uma delas em nível superior.

Palavras chaves: ciências da natureza, formação de professores, modelo didático.

Recibido: 29 de agosto de 2017; aprobado: 6 de diciembre de 2017

* Doutoranda em Educação em Ciências: química da vida e da saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Professora Adjunta da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Colegiado de Ciências da Natureza Correio eletrônico: giseleshaw@hotmail.com

Abstract

Researchers indicate that teacher's conceptions about the nature of science influence the didactic models of teaching and learning that they assume in a classroom. In fact, these models define the level of professional teacher progression. Based on the didactic models of teaching and learning brought by García, Porlán (2000), we identified the models presented by four students in natural sciences during their formative process, relating them to their epistemological conceptions and identifying their level of professional progression. Data were collected during a pedagogical discipline at the university and during the traineeship of the participants, using video recordings of classes, reports of internship and individual interviews. We used the discursive textual analysis. Three of them presented practices that approximate the didactic model of teaching-learning by rediscovery and one of them pointed out practices referring to the didactic research model. In addition, we identified three graduates at the intermediate level of professional progression and one of them at the higher level.

Keywords: nature of science, teacher training, didactic model.

Resumen

Diversas investigaciones indican que las concepciones de naturaleza de la ciencia de los profesores influyen en los modelos didácticos de enseñanza/aprendizaje que adoptan en la clase. Inclusive, que esos modelos definen el nivel de desarrollo profesional docente. Basados en los modelos didácticos de enseñanza/aprendizaje propuestos por GARCÍA, PORLÁN (2000), identificamos los modelos presentados por cuatro estudiantes de un curso de formación de profesores en ciencias naturales durante su proceso formativo. Relacionamos esos modelos a sus concepciones epistemológicas e identificamos un determinado nivel de desarrollo profesional. La toma de datos se hizo durante una materia de pedagogía también en el transcurso de la práctica docente de los participantes. Utilizamos videograbación de aulas, relatorías de práctica docente y entrevistas individuales. Estudiamos los datos mediante técnicas de análisis textual discursiva. Encontramos que tres de las participantes desarrollaron prácticas cercanas al modelo didáctico de enseñanza/aprendizaje por descubrimiento y una de ellas abordó prácticas relacionadas al modelo didáctico investigativo. Adicionalmente, identificamos tres de las participantes en un nivel intermedio de desarrollo profesional y una de ellas en un nivel superior.

Palabras clave: ciencia naturales, formación de profesores, modelo didáctico.



Atribucion, no comercial, sin derivados

[219]

Introdução

Estudos indicam que as concepções que os professores possuem sobre como funciona a ciência (Concepção de Natureza da Ciência – CNC) influenciam em seus modos de desenvolver o processo de ensino-aprendizagem na escola (GARCÍA, PORLÁN, 2000; HARRES, 1999a, 1999b; MELLADO, CARRACEDO, 1993). Isso significa que professores que possuem CNC menos simplistas podem utilizar modelos didáticos de ensino¹ mais complexos. GARCÍA, PORLÁN (2000) compreendem que os modelos didáticos adotados pelos professores indicam o nível de progressão profissional² em que eles estão. Dito isso, se compreende que seja necessário identificar os modelos didáticos adotados por futuros professores desde sua formação inicial, auxiliá-los a adquirir CNC menos simplistas e, assim, ajudar em seu desenvolvimento profissional.

Os modelos didáticos adotados por quatro licenciandas em Ciências da Natureza foram identificados durante seus processos de formação inicial, além de observados seus estágios de progressão profissional. Para isso, os modelos didáticos trazidos por GARCÍA, PORLÁN (2000) foram adotados e esses modelos foram retratados durante uma disciplina pedagógica do curso e no estágio inicial dos participantes. Os dados foram coletados por meio de aulas na universidade, análise dos relatórios de estágio e entrevistas individuais. Esses dados foram organizados e analisados por meio da análise textual discursiva (MORAES, 2003; MORAES, GALIAZZI, 2006, 2016).

Apesar de compreender as dificuldades em operar mudanças de crenças durante o processo de formação inicial de professores (BEJARANO, CARVALHO, 2003), também se entende que licenciandos

em formação inicial, que ainda não exercem a docência, se mostram mais abertos ao conhecimento de novas ideias (PRO BUENO, VALCÁRCEL, GASPAR, 2005). Assim, através desta pesquisa foram propiciadas reflexões e vivências aos licenciandos participantes, que oportunizaram a identificação de seus modelos didáticos e a possibilidade de futuras situações de ressignificação desses modelos.

É preciso esclarecer que não somente as CNC, do âmbito da Filosofia da ciência, definem modelos didáticos de ensino de ciências, do campo da Didática das ciências. Também são consideradas as relações sociais envolvidas e a cultura do indivíduo. Entretanto, nesse artigo será considerada, para fins de análise, apenas as influências das concepções de natureza da ciência nos modelos didáticos adotados pelas estagiárias.

A investigação aqui tratada faz parte de uma pesquisa maior, que investiga o papel da pesquisa no ensino durante a formação interdisciplinar de licenciandos em Ciências da Natureza, um projeto que foi aprovado pelo Comitê de Ética e Deontologia em Estudos e Pesquisas – (CEDEP), ad referendum, no dia 31 de março de 2014 e encontra-se registrado sob o nº 0006/310314 CEDEP/UNIVASF. A análise dos dados dessa pesquisa mais abrangente nos fez verificar as relações estabelecidas entre as concepções de natureza da ciência dos licenciandos participantes e os modelos didáticos que adotaram durante seu estágio norteado por práticas potencialmente interdisciplinares. Nesse processo, foram observadas relações intrínsecas entre as práticas melhor sucedidas quanto ao desenvolvimento da interdisciplinaridade no ensino e a utilização de modelos didáticos mais complexos.

A seguir, são apontadas relações entre a Filosofia da ciência e a Didática das ciências e, diante disso,

1 Trato a ideia de modelos didáticos de ensino para expressar o modo do professor compreende e age no seu processo de ensino. Isso envolve não somente as metodologias que ele utiliza nesse processo, mas também a forma com que avalia a aprendizagem dos alunos, a maneira como se relaciona com eles e o modo como organiza e operacionaliza as situações de ensino e aprendizagem. Logo, o modelo didático assumido por um professor abrange suas perspectivas e ações didáticas e pedagógicas.

2 Para GARCÍA, PORLÁN (2000), os níveis de progressão profissional de um professor abarcam desde modelos mais simplistas de ensino e aprendizagem, tal como é o modelo tradicional, até modelos mais complexos, como é o caso do modelo investigativo, como será abordado mais adiante.

é mostrado que os modelos didáticos dos professores podem evidenciar suas perspectivas epistemológicas. Então, os modelos didáticos propostos por GARCÍA, PORLÁN (2000) são utilizados para evidenciar as relações entre esses modelos e as concepções de natureza da ciência dos professores. Em seguida, são apontados os caminhos, os resultados e as discussões relativas à pesquisa, além de algumas conclusões.

1. Relações entre a Filosofia da ciência e a Didática das ciências

Existem algumas relações entre a Filosofia da ciência e a Didática das ciências que indicam que os modelos utilizados na Didática das ciências também têm suas origens na Filosofia da ciência (MELLADO, CARRACEDO, 1993). Para compreender essa questão, são apresentadas as relações entre três posições filosóficas - empiristas, racionalistas e construtivistas – e suas imbricações com os modos de ensinar e aprender ciências.

Na perspectiva empirista, o conhecimento verdadeiro está presente na natureza e cabe ao cientista buscá-lo por meio do uso do método científico. Assim, para os empiristas, as teorias derivam dos fatos e estão acessíveis ao homem através dos sentidos (CHALMERS, 1993). As bases do empirismo se encontram em estudos como os de Bacon, Hume e Locke.

MELLADO, CARRACEDO (1993) apontam duas concepções de Didática das ciências com base empirista:

- Si la ciencia es un cuerpo de conocimiento, formado por hechos y teorías que se consideran verdaderos, entonces hay que transmitir a los estudiantes la verdad científica. Esto conduce a una enseñanza como transmisión de conocimientos elaborados, cuyo principal soporte es el libro de texto.

- Por otro lado, si el conocimiento se descubre aplicando el método científico, entonces hay que enseñar a los estudiantes a realizar buenas observaciones, y a través de ellas y por inducción llegarán a descubrir las leyes de la naturaleza. Este es el principio de la

enseñanza por descubrimiento autónomo tan en boga en los proyectos de hace treinta años. (MELLADO, CARRACEDO, 1993 p. 334)

Assim, tanto a perspectiva de ensino de ciências que ocorre por meio da transmissão de conhecimentos elaborados, com base no livro texto, quanto a perspectiva que defende o uso do método da redescoberta no ensino são fundadas em bases empiristas. HARRES (1999a) caracteriza esses dois modelos de bases empiristas como modelos absolutistas, pois: (a) são pautados numa ideia mecanicista, estática e linear do ensino; (b) possuem bases empiristas e/ou racionalistas; (c) concebem que a ciência possui verdades definitivas e inquestionáveis; (d) apostam no ensino transmissivo, com base no livro-texto. Para HARRES (1999a) enquanto que o modelo tradicional é baseado na figura do professor como detentor do conhecimento que transmite os assuntos, o modelo da redescoberta pressupõe aulas em que os alunos participem buscando redescobrir os conteúdos, a partir do uso de estratégias investigativas, tais como a observação e o uso de experimentos.

Ao contrário dos empiristas, os racionalistas defendem o uso da razão na aquisição do conhecimento científico. As bases filosóficas dos racionalistas estão em estudos como os de Descartes e Kant. Segundo CHALMERS (1993) o racionalista clássico acredita que as proposições que fundamentam o conhecimento são verdadeiras, claras e acessíveis à mente humana, por meio da “contemplação e raciocínio cuidadoso” (p. 131). Conforme explicam MELLADO, CARRACEDO (1993): “*Para el racionalismo, la razón es la fuente última de conocimiento, e interpreta los hechos observables a través de teorías verdaderas a priori, construidas con una lógica universal*” (p.335). Por exemplo, como afirma Descartes (2006) “ao notar que esta verdade penso, logo existo, era tão sólida e tão correta que todas as mais extravagantes suposições dos cétricos não seriam capazes de abalá-la, julguei que podia acatá-la sem escrúpulos, como o primeiro princípio da filosofia que procurava” (DESCARTES, 2006, p.40).

Segundo MELLADO, CARRACEDO (1993), seguindo o racionalismo, os erros na aprendizagem costumam ser relacionados a problemas de raciocínio lógico e abstrato, que são o foco do ensino dos professores. Esse tipo de ensino é expresso por meio da utilização dos estudos de Piaget (embora em outros aspectos essa teoria tenha bases construtivistas). De acordo com as ideias de Piaget, se acredita que o desenvolvimento das estruturas cognitivas dos estudantes condiciona sua aprendizagem - e o ápice nesse desenvolvimento se dá por meio do alcance das operações formais, que permitem a aprendizagem científica (MELLADO, CARRACEDO, 1993).

Em contraposição aos empiristas e aos racionalistas, os construtivistas defendem que o conhecimento é uma construção da mente humana e, nesse processo, se criam novas ideias por meio dos conhecimentos que já se tem. De acordo MELLADO, CARRACEDO (1993)

(...) la teoría constructivista del aprendizaje considera que el estudiante construye de forma activa su propio conocimiento, en el contexto social en el que se desenvuelve, y partiendo de su conocimiento anterior. Las teorías elaboradas por los estudiantes tienen también para ellos coherencia y utilidad, y se corresponden con las experiencias intuitivas que han tenido a lo largo de sus vidas. (MELLADO, CARRACEDO, 1993 p. 336)

Os filósofos da ciência Popper, Laudan, Lakatos, Toulmin, Kuhn e Feyerabend são considerados construtivistas. De acordo com BACHELARD (1996), um desses filósofos construtivistas: "Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído" (BACHELARD, 1996, p.12).

A ascensão da Filosofia da ciência e suas implicações na educação trouxeram à necessidade de levar ao âmbito escolar compreensões mais adequadas de como a ciência funciona e, dessa forma, auxiliar na educação científica dos estudantes. Comparando as perspectivas empiristas e racionalistas com

o construtivismo, a última é considerada menos simplista, além de originar modelos didáticos de ensino de ciências mais complexos.

2. Abordagens de ensino e Modelos Didáticos no Ensino de Ciências

Os modelos didáticos de ensino-aprendizagem desenvolvidos por cada professor manifestam concepções, opções e compreensões docentes, sendo fontes importantes de estudo do processo de ensino-aprendizagem na escola. Esses modelos se relacionam aos modos de ensinar e aprender de cada professor, que abrangem elementos tais como os conteúdos e as metodologias didáticas, a avaliação da aprendizagem, a relação professor-aluno, o papel do professor e dos alunos no processo de ensino-aprendizagem e o papel da escola na formação do estudante. Conforme GARCÍA PÉREZ (2000):

El concepto de "modelo didáctico" puede ser, en ese sentido, una potente herramienta intelectual para abordar los problemas educativos, ayudándonos a establecer el necesario vínculo entre el análisis teórico y la intervención práctica; conexión que tantas veces se echa de menos en la tradición educativa, en la que, habitualmente, encontramos "separadas", por una parte, las producciones teóricas de carácter pedagógico, psicológico, sociológico, curricular... y, por otra, los materiales didácticos, las experiencias prácticas de grupos innovadores, las actuaciones concretas de profesores en sus aulas... (GARCÍA PÉREZ, 2000 p. 01)

Estudos indicam que os modelos didáticos de ensino-aprendizagem utilizados em sala de aula estão ligados às concepções dos professores sobre como o conhecimento é produzido na ciência (concepções de natureza da ciência), ainda que esses modelos não sejam definidos apenas pelas CNC dos professores. Isso significa que as concepções epistemológicas docentes podem ser refletidas em suas ações didáticas, como já foi apontado anteriormente. Segundo HARRES (1999a) há implicações entre as concepções dos professores acerca da natureza

da ciência e sua práxis em sala de aula, pois essas concepções exercem um papel significativo em como eles se comportam em classe.

Além disso, estudos também têm apontado a inadequação das concepções de natureza da ciência de professores e estudantes (LEDERMAN, 1992; HARRES, 1999a). O problema é que concepções inadequadas de professores acerca da produção do conhecimento na ciência se refletem em modos de ensinar que conduzem alunos a desenvolverem concepções também simplistas de ciência. Ainda, CNC simplistas, podem influenciar professores a desenvolverem modelos didáticos de ensino-aprendizagem menos complexos. Logo, é preciso considerar o conhecimento do professor acerca do próprio conhecimento, em seu processo formativo (HARRES, 1999a), para que se possa auxiliá-lo a adquirir visões menos simplistas de natureza da ciência e, assim, a desenvolver práticas didáticas que auxiliem os estudantes em sua educação científica.

GARCÍA, PORLÁN (2000) apontam quatro modelos didáticos e perfis profissionais que se relacionam às formas como os professores descrevem e intervem em situações de ensino-aprendizagem: modelo didático tradicional, modelo tecnológico, modelo espontaneísta-ativista e modelo investigativo.

GARCÍA, PORLÁN (2000) explicam que o modelo tradicional é baseado na primazia do saber acadêmico, ou seja, dos saberes disciplinares, abrangendo tanto as disciplinas curriculares quanto as pedagógicas. Nesse modelo é possível apresentar o conhecimento de modo expositivo, do professor para o aluno - o ato de ensinar se baseia na reprodução de conhecimentos previamente adquiridos, de modo mecânico. Para HARRES (2000), epistemologicamente o modelo tradicional é pautado em bases racionalistas e também em bases empiristas. De acordo com GARCÍA, PORLÁN (2000) esse modelo é hegemônico na maioria das atividades formativas de professores.

O modelo didático tradicional converge com a Tendência Pedagógica Liberal Tradicional citada por LIBÂNEO (2002) e também com a Abordagem Tradicional de MIZUKAMI (1986). Nesse modelo de ensino há uma relação vertical (hierárquica) entre o

aluno e o professor, em que o docente é considerado o detentor do conhecimento. Nessa perspectiva, há predominância de aulas transmissivas e ênfase na dicotomia teoria-prática.

HARRES (2000) aponta as distorções geradas pelo uso do modelo tradicional pelos professores: (a) as atividades experimentais são utilizadas apenas para comprovar teorias; (b) há existência de uma concepção aditiva da aprendizagem, em que se acredita que a aprendizagem dos conteúdos é um processo cumulativo; (c) há o estabelecimento de pontos de partida e de chegada no processo de ensino-aprendizagem; (d) a organização da aula é feita em torno do professor, o que se relaciona ao desenvolvimento de uma postura docente autoritária, (e) além de gerar resultados negativos tais como indisciplina, desinteresse e baixa autoestima dos estudantes. Assim, apesar deste modelo estar presente em muitas escolas de modo hegemônico, teoricamente ele foi superado por propostas que priorizam uma participação mais ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

O segundo modelo didático trazido por GARCÍA, PORLÁN (2000) é o modelo tecnológico. Para esses autores, esse modelo, assim como o anterior, também defende a supremacia do saber acadêmico, porém com a aplicação instrumental desses conhecimentos na prática docente. Assim, apesar de haver transmissão de conteúdos, isso é feito por meio da utilização de estratégias didáticas diversificadas e que atraiam a participação dos estudantes às aulas.

Nesse modelo tecnológico, o processo formativo docente se constitui num espaço de aquisição de habilidades e competências que ajudem o professor a realizar intervenções educativas eficazes. Nesse caso, cabe à Didática auxiliar na utilização funcional dos saberes disciplinares adquiridos, na formação técnico-instrumental do professor. Já no que tange à educação de saberes científicos, o professor acaba trabalhando de modo tradicional, já que não há orientações específicas para isso. Assim, esse modelo sofre, epistemologicamente, de um “reducionismo racionalista e instrumental” (GARCIA, PORLÁN, 2000 p.10).

Já o modelo espontaneísta-ativista se baseia no primado do saber fenomenológico, na experiência profissional do docente. Para GARCÍA, PORLÁN (2000), epistemologicamente esse modelo se baseia tanto no indutivismo ingênuo, visto que se acredita que a experiência é adquirida pela realidade, quanto pelo relativismo extremo, já que há negação das técnicas didáticas. Os mesmos autores explicam que o modelo espontaneísta-ativista valoriza a ação, em detrimento da reflexão, além da aprendizagem pela experiência, o aprender fazendo, em desdém a métodos, técnicas didáticas e planejamentos. Assim, como o modelo tecnológico, no modelo espontaneísta não há uma capacitação específica para o trabalho com os conteúdos científicos, o que leva os docentes a um ensino tradicional.

GARCÍA, PORLÁN (2000) também trazem o modelo didático investigativo. Para eles, esse modelo concebe o ensino de modo complexo e sistêmico, por meio de uma perspectiva de ensino construtivista, que considera os conhecimentos dos estudantes, mas que também reconhece outros saberes. Dessa forma, o modelo investigativo parte da interação e do confronto possíveis entre esses diversos tipos de saberes. Nesse processo, os professores precisam conhecer as ideias dos estudantes sobre uma determinada questão, e devem ajudá-los a confrontá-las com outras ideias e outras práticas, de modo que seus alunos elaborarem fortes hipóteses de resolução dos problemas enfrentados. Inclusive, é preciso testar essas hipóteses por meio de intervenção educativa e contrastar resultados, com as mesmas hipóteses. No processo formativo docente, os professores também precisam seguir o mesmo percurso, conhecendo suas concepções, confrontando-as, elaborando hipóteses, testando-as e contrastando os resultados, tanto com suas hipóteses, quanto com seus modelos didáticos pessoais (GARCIA, PORLÁN, 2000).

Segundo HARRES (2000), o modelo didático de ensino-aprendizagem como investigação se centra em trabalhar a investigação na sala de aula. Uma das propostas desse modelo se baseia no pensamento de Larry Laudan e “consiste no tratamento

de situações problemáticas abertas de interesse, através das quais os alunos possam participar na construção dos conhecimentos” (HARRES, 2000 p. 76). Outra proposta do modelo de ensino-aprendizagem como investigação, destacada por HARRES (2000), se baseia na epistemologia evolucionista de Stephen Toulmin. Essa proposta defende que as teorias evoluem por um processo de seleção natural, conforme Charles Darwin propôs acerca da evolução das espécies. A ecologia conceitual de Toulmin consiste na perspectiva de coexistência inicial de velhas e novas ideias e, posteriormente, na crença de que as novas ideias acabam por substituir as antigas. Nessa abordagem, a mudança conceitual dos estudantes também é gradativa, e cabe ao professor fornecer para eles explicações melhores, que deem conta de mais situações. Harres (2000) explica que, dentro da proposta desse modelo, é necessário conhecer e considerar os conhecimentos dos alunos e os saberes de diversos tipos, trabalhando o contexto socioambiental e promovendo a construção de conceitos. Para esse autor, o modelo didático de ensino-aprendizagem como investigação é sugerido como o mais adequado a ser adotado para o ensino de ciências, suplantando os modelos absolutistas.

Assim, o modelo investigativo parte da ideia de que a evolução profissional do professor ocorre através do trabalho de intervenção-investigação realizado junto aos alunos e pela tomada de consciência do processo de ensino-aprendizagem. Essa progressão acontece por meio da superação de ideias que se constituem obstáculos ao processo de ensino-aprendizagem pelo professor. Na evolução dessas ideias os professores passariam

(...) de perspectivas mais simplificadoras, reducionistas, estáticas e acríicas, que corresponderiam aos modelos didáticos mais tradicionais, para outras mais coerentes com modelos alternativos de caráter construtivista e investigativo, passando por níveis intermediários que superam o modelo tradicional, de caráter tecnológico ou espontaneístas. (GARCIA, PORLÁN, 2000 p. 24)

Então, a ideia de evolução do modelo didático do professor também pressupõe a progressão profissional dele, partindo de noções mais simplistas, tais como os modelos tradicionais, passando pelos modelos tecnológicos e espontaneístas, às perspectivas mais complexas, identificadas nos modelos de caráter evolucionista-investigativo.

3. Caminhos da pesquisa

Essa pesquisa faz parte de uma pesquisa maior, a nível de doutoramento. Buscando compreender o papel da pesquisa no ensino na formação interdisciplinar de licenciandos em Ciências da Natureza, foi percebida a existência de conexões entre as práticas interdisciplinares melhor sucedidas e a existência de modelos didáticos de ensino e aprendizagem mais complexos. A partir de dados coletados na pesquisa de doutoramento procurei evidências das relações mencionadas, entre as práticas interdisciplinares e os modelos didáticos complexos, especificamente o modelo investigativo. A pesquisa em questão partiu de um paradigma fenomenológico e possui natureza qualitativa, pois buscou-se compreender o fenômeno sob o ponto de vista dos participantes (MORAES, 2003), além de acompanhar o processo em toda sua complexidade (BOGDAN, BIKLEN, 1994).

De acordo com GIL (2008), no método fenomenológico se entende apenas o fenômeno, a coisa, da forma como é apresentada à nossa consciência. O pesquisador se preocupa em conhecer o modo como o conhecimento se dá a partir do sujeito, ou seja, seu ponto de vista. No estudo que resultou nesse artigo, buscou-se conhecer as concepções e práticas adotadas pelos participantes a partir do fenômeno observado, sem procurar por explicações causais.

Os dados foram coletados durante o decorrer de uma disciplina pedagógica da universidade, denominada Docência em ciência: cultura escolar e cultura científica e também no decorrer da disciplina Estágio I. Durante a disciplina de Docência em Ciências as memórias de educação das participantes foram coletadas por meio de anotações realizadas pela professora e já no estágio, os dados foram coletados por meio de videogravação (e posterior transcrição) de duas aulas dialógicas sobre docência em ciências ocorridas na universidade.

Além disso, foram analisadas entrevistas realizadas com quatro licenciandas investigadas. Nessas entrevistas, que foram individuais e semiestruturadas, foi questionado a cada licencianda: a) sua concepção sobre temas transversais¹, transdisciplinaridade² e interdisciplinaridade³; b) sobre a possibilidade de desenvolvimento da interdisciplinaridade no ensino de ciências; c) se acha que tenha conseguido desenvolver práticas interdisciplinares no estágio; d) sobre como foi sua primeira experiência no estágio e e) se essa experiência mudou sua concepção de ensinar ciências ou de interdisciplinaridade. Essas entrevistas também foram videogravadas e transcritas para análise.

Como terceira fonte de coleta de dados, foram analisados os relatórios de estágio das participantes. E também é importante destacar que toda a pesquisa foi realizada conforme a Resolução no. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, acerca da Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

As quatro licenciandas envolvidas se dispuseram voluntariamente a participar da pesquisa: Laura, Norma, Talita e Lara⁴. Dessas três licenciandas participantes, apenas a última é professora, atuando na educação infantil, além de também ser licencianda em Letras Vernáculas. As demais participantes tiveram

3 Temas transversais são, segundo YUS (1998), “um conjunto de conteúdos educativos e eixos condutores da atividade escolar que, não estando ligados a nenhuma matéria em particular, pode-se considerar que são comuns a todas, de forma que, mais do que criar disciplinas novas, acha-se conveniente que seu tratamento seja transversal num currículo global da escola” (YUS, 1998, p. 17).

4 Conforme MORIN (2007) a transdisciplinaridade “se caracteriza geralmente por esquemas cognitivos que atravessam as disciplinas, por vezes com uma tal virulência que as colocam em transe” (MORIN, 2007, p.51). A ideia de transdisciplinaridade ultrapassa a soma de disciplinas, mas se caracteriza por uma nova emergência, que para MORIN (2007) não seria a criação de uma unidade de todas as ciências, mas sim o estabelecimento de uma comunicação disciplinar com base num pensamento complexo, que supere as fronteiras disciplinares.

experiência em programas educativos governamentais (PIBID⁵ e Mais Educação⁶). Na época da coleta de dados, as licenciandas Laura e Norma possuíam idades identificadas entre vinte e vinte e cinco anos e as licenciandas Talita e Lara possuíam idades compreendidas entre trinta e cinco e quarenta anos.

Quanto às atividades desenvolvidas no decorrer do estágio das participantes, todas estagiaram em escolas públicas e também desenvolveram atividades na universidade. As ações foram realizadas em duplas, sendo que Laura e Norma constituíram uma dupla, já Talita e Lara formaram duplas com outras colegas, cujos dados não foram analisados por não ter sido suficientes, já que as mesmas não participaram de entrevistas individuais.

Uma parte do estágio dessas participantes foi realizada nas escolas, em aulas de observação, coparticipação e regência. A finalização das atividades de regência no estágio ocorreu na universidade, onde as licenciandas promoveram oficinas pedagógicas interdisciplinares para os alunos das escolas. Na universidade foi sugerido que elas trabalhassem com alunos de pelo menos duas turmas da mesma série para que pudessem desenvolver uma sequência didática com uma turma, analisá-la, aprimorar o instrumento e depois reaplicá-lo com outra turma.

Para a análise dos dados coletados foi utilizada a análise textual discursiva (MORAES, 2003; MORAES, GALIAZZI, 2006). Esse método de análise foi selecionado por propiciar uma investigação cuidadosa do material coletado, de modo a verificar as relações entre os modelos didáticos das participantes e suas práticas potencialmente interdisciplinares ou seja, de compreender essas relações, não

de comprová-las. Conforme MORAES, GALIAZZI (2016) a análise textual discursiva é realizada em três fases: desmontagem dos textos ou unitarização, estabelecimento de relação ou categorização e captação do novo emergente. Na unitarização os textos dos dados coletados são examinados e partir deles são produzidas unidades com enunciados referentes ao objeto da pesquisa. Depois, na categorização, são produzidas relações entre as unidades criadas, de modo a combiná-las e classificá-las de modo a formar conjuntos com ideias próximas, as categorias. Em seguida, na última etapa, o material categorizado é criticado e validado, formando um metatexto resultante do processo.

Assim, todo o material coletado foi unitarizado em forma de texto (formado pelas anotações de aula, transcrições das entrevistas e das aulas videogravadas e relatórios de estágio), do qual foram retiradas unidades menores de significado. Cada unidade menor foi reescrita de modo a ter sentido completo. Em seguida, cada uma dessas unidades foi codificada, por meio da identificação da fonte do dado junto ao sentido atribuído a ela. Depois, foram observados padrões entre as unidades, de onde surgiram as categorias de análise - concepções de ensino-aprendizagem, concepções de interdisciplinaridade e resultados da experiência. Um metatexto foi construído pela análise dessas categorias à luz de aportes teóricos. Nesse trabalho é abordada apenas a parte do metatexto que trata da primeira categoria que emergiu da análise - concepções de ensino-aprendizagem - por meio da qual são identificados os modelos didáticos que mais se aproximam das concepções e práticas das participantes.

5 Para FAZENDA (2012) a interdisciplinaridade é uma categoria de ação marcada pela busca do conhecimento, um tipo de conhecimento marcado pelas relações entre disciplinas, que promova mais que a integração disciplinar, mas um diálogo disciplinar. Segundo KLEIN (2012) não existe uma pedagogia interdisciplinar única, mas práticas inovadoras que buscam um movimento de síntese integrada entre disciplinas que geram uma compreensão mais holística do conhecimento.

6 Foram utilizados os pseudônimos Laura, Norma Talita e Lara para resguardar as identidades das participantes.

7 PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, criado pelo Ministério da Educação Brasileiro tendo em vista a inserção de licenciandos no universo escolar mediante o pagamento de bolsas de iniciação à docência. Busca o incentivo ao exercício do magistério e a melhoria da Educação Básica. Mais informações em <http://portal.mec.gov.br/pibid>.

8 Programa Mais Educação - Programa do Ministério da Educação Brasileiro voltado para a educação integral de jovens estudantes. Mais informações ver <http://portal.mec.gov.br/programa-mais-educacao>.

4. Resultados e discussões

Durante o estágio, as licenciandas Laura e Norma escolheram trabalhar os conteúdos Fungos e Bactérias (conforme orientado pela professora de Ciências da escola) junto a três turmas de sétimo ano. Para isso, sondaram os saberes de seus alunos por meio de questionários e promoveram o desenvolvimento de atividades diversificadas durante o estágio, tais como a realização de experimentos de fermentação do leite e do pão, a observação do suor do pé humano por meio de uso de microscópio, a exposição de vídeos informativos, a apresentação de slides explicativos, a elaboração de desenhos, a realização de jogos de adivinhação (sobre características de vírus e bactérias), a apresentação de peça teatral de paródia (pré-elaborada pelas estagiárias), a confecção de modelos de vírus e bactérias com massa de modelar e a dinâmica de sensibilidade¹.

Já a licencianda Talita trabalhou o conteúdo Meio ambiente e ciclo de vida das plantas (previstos pelo currículo escolar), junto a uma turma de sétimo ano. Ela também sondou os saberes prévios dos estudantes sobre seres produtores e consumidores por meio de questionário. Tal como as colegas Laura e Norma, Talita utilizou estratégias didáticas diversas no processo de ensino-aprendizagem: exibição de cartazes, utilização de vídeos explicativos, discussão sobre ciclo de vida e importância dos alimentos como fonte de energia aos seres vivos, elaboração de desenhos pelos estudantes, comparação de tipos de plantas por meio da apresentação de fotografias, disputa de perguntas e respostas entre grupos de alunos sobre plantas, discussão sobre a alimentação dos estudantes com posterior elaboração de cardápio com alimentação saudável, apresentação de slides, produção textual sobre relações entre seres vivos, observação de fungos em alimentos e realização da dinâmica da cadeia alimentar².

Assim como as demais participantes, a licencianda Lara também investiu em estratégias didáticas diversificadas. Entretanto, durante o processo de ensino-aprendizagem dos seus alunos, buscou incentivar a pesquisa junto a duas turmas de estudantes da sétima série, de modo colaborativo, e também investigou sua própria prática no processo. Os conteúdos trabalhados por Lara foram Respiração Humana e Vírus (o primeiro trabalhado na escola e o segundo na oficina, pois eram conteúdos previstos no currículo). Lara sondou os saberes prévios dos estudantes, mas por meio de produção textual (em forma de poesia ou cor-de). Com o assunto Respiração Humana ela trabalhou aulas dialógicas e fomentou a elaboração de cartazes, observação de protótipo de pulmão, elaboração de mapas conceituais e realização de pesquisa acerca de quantidade de óbitos que foram ocasionados por doenças respiratórias na cidade de Senhor do Bonfim (os alunos buscaram registros na Secretaria Municipal de Saúde - SEMUS). Com os dados coletados pelos estudantes, a turma elaborou gráficos, assistiu a vídeos sobre doenças relacionadas ao sistema respiratório e visitou o Laboratório de Ciências da Vida da universidade, onde interagiram com modelos didáticos e jogos computacionais sobre o sistema respiratório humano. Na oficina, trabalhando o conteúdo Vírus, Lara utilizou vídeos explicativos, solicitou a produção de desenhos e a elaboração de textos sobre os vírus, disponibilizou computadores para que seus alunos pesquisassem sobre os mesmos, levantou questões acerca desse assunto junto aos estudantes e fomentou a produção de modelos didáticos de vírus.

Com base nas concepções apresentadas pelas licenciandas nas aulas da disciplina Docência em ciências e nas entrevistas, além de suas práticas

9 Dinâmica de sensibilidade: realizada para desenvolver a sensibilidade dos estudantes em relação aos seres e sensações presentes na realidade em que vivem. Foi organizada uma sala simulando um bioma (escolheram floresta apesar de os estudantes viverem em ambiente de Caatinga). Os assuntos vírus e bactérias foram envolvidos na dinâmica, por meio de questionamento das organizadoras sobre se o ambiente apresentado aos estudantes era propício à proliferação dos mesmos.

10 Na Dinâmica da Cadeia Alimentar grupos de alunos receberam cartas com figuras de seres vivos e tinham que montar cadeias alimentares com elas.

descritas nos seus relatórios de estágio e também relatadas nas mesmas entrevistas, suas concepções de ensino foram trazidas e foram identificados os modelos didáticos que utilizaram durante o estágio.

Acerca das concepções de ensino-aprendizagem, se entende que a disciplina Ciências sempre foi a favorita para Laura, desde os tempos de escola, mas ela não tinha uma visão ampla de como se dava o processo de ensino-aprendizagem nessa matéria. O estágio a ajudou a perceber que “ensinar através de experiências, buscando o conhecimento prévio dos alunos, é uma forma diferente, que chama muito mais atenção deles” (LAURA, ENTREVISTA). Além disso, ela questionou o método tradicional de ensino utilizado pela professora regente, baseado no livro didático e na transmissão. Laura também tratou o processo mais ativo de ensino como “ensinar através de experiências”, o que se tornou foco de sua atenção no decorrer do estágio - “levar os conteúdos abordados de forma diferente, de modo que prendesse a atenção dos alunos” (LAURA, RELATÓRIO DE ESTÁGIO). Para Laura é preciso mudar a forma como os alunos veem o professor com a disciplina e também é necessário que o professor reconheça seus erros e acertos, tendo em vista melhorar o aprendizado dos estudantes.

Conforme abordado, no estágio, Laura e Norma buscaram diversificar sua metodologia, trabalharam acerca de vírus e bactérias por meio de aulas expositivas e outras estratégias didáticas, tais como as apresentações de vídeos informativos, paródia e peça teatral. Além disso, elas realizaram experimentos junto aos estudantes, exibindo o processo de fermentação do leite e a fermentação da massa do pão e os questionando acerca do que viam. Elas também propiciaram que os alunos observassem esses processos e também analisassem amostras de microrganismos no microscópio.

Em relação aos estudantes, Laura enunciou que “tinha medo de que não se comportassem como

deveriam e não prestassem atenção”, mas também, sua “maior preocupação foi o medo de que não conseguisse explicar o assunto de forma que todos pudessem *absorver* o conteúdo e aprender o suficiente” (grifo nosso). Ela mencionou que utilizou a prática (uso de experimentos no ensino) para que os discentes *fixassem* melhor o conteúdo e que “(...) a prática deu certo, funcionou mesmo, foi algo que chamou a atenção dos alunos, e percebe-se que realmente ficou alguma coisa do conteúdo neles” (LAURA, RELATÓRIO DE ESTÁGIO).

Foi observado que Laura considera que a aprendizagem dos estudantes é produto, tanto da atenção que eles destinam às aulas, quanto da expertise do professor em explicar os assuntos de forma clara e objetiva. Para a mesma, o conhecimento vai do professor para o aluno, que deve fixá-lo, apreendê-lo, e isso só funciona se o professor consegue deter a atenção dos estudantes, por meio de atividades práticas e experimentais que os envolvam. Essa consideração nos mostra uma concepção de ensino-aprendizagem centrada num modelo absolutista, já que atribui a aquisição cognitiva mais ao talento do professor em apresentar o assunto, do que ao aluno em construir seu conhecimento. Essa constatação também fica clara por meio do uso do termo “absorver conhecimentos” pela mesma. Para Laura, o estágio é um período em que são colocadas em prática as teorias absorvidas no período acadêmico (o que também demonstra a crença na ideia da racionalidade técnica¹¹). Ainda, sobre o período de observação no estágio, ela classificou como a fase em que são absorvidos conhecimentos do professor regente e em que são trocados conhecimentos com o mesmo (LAURA, RELATÓRIO).

A concepção de ensino-aprendizagem de Laura se aproxima do modelo tecnológico, com base empirista e no método da redescoberta (GARCIA, PORLÁN, 2000; HARRES, 2000; MELLADO, CARRACEDO, 1993). Foi observado que a mesma realiza

11 A racionalidade técnica é pautada na ideia de que a função da universidade é produzir conhecimentos que devem ser utilizados pelos professores das escolas, que seriam os consumidores desses conhecimentos.

os experimentos para que os alunos adquiram um saber pré-definido pelo professor, que é responsável por revisá-lo e garantir essa aprendizagem. Como é mostrado no seguinte relato de atividade realizada por ela no estágio:

O objetivo dessa prática era observar o processo de fermentação da massa pelos fungos, observar como os fungos fazem a massa inchar (crescer), só lembrando que o fungo nesse caso é o fermento biológico. Logo após era para ser passado um vídeo sobre esse assunto, mas por problemas técnicos acabou não dando certo. (LAURA, RELATÓRIO DE ESTÁGIO)

No modelo tecnológico, conforme GARCÍA, PORLÁN (2000), há prevalência do saber acadêmico, disciplinar, mas o professor se empenha em trabalhar esses conteúdos por meio de métodos e técnicas didáticas diversas. Então, por mais que o ensino seja transmissivo, ele é operacionalizado por meio de estratégias metodológicas diversificadas, que propiciam aos estudantes a aprendizagem dos conteúdos.

No mesmo sentido que Laura, Norma também demonstrou possuir uma concepção de ensino-aprendizagem mais atrelada ao modelo tecnológico, baseado no método da redescoberta. Para HARRES (2000) o modelo da Redescoberta é um avanço ao modelo tradicional clássico, justamente por propiciar a participação ativa do estudante no processo de ensino-aprendizagem. Conforme MIZUKAMI (1986) na abordagem comportamentalista, que se aproxima do modelo da Redescoberta: “O conhecimento é uma ‘descoberta’ e é nova para o indivíduo que a faz. O que foi descoberto, porém, já se encontrava presente na realidade exterior” (p.19). Para HARRES (2000) o modelo de Redescoberta tem base empirista, nele se considera que o conhecimento pode ser adquirido por meio do método científico, no caso pelo uso da experimentação, mas que à Didática cabe a transmissão da verdade científica.

Durante sua infância, Norma passou por uma alfabetização tradicional, ela caracterizou seu Ensino

Fundamental como “a parte do conhecer” (NORMA, AULA NA UNIVERSIDADE, 29.10.2013). Ela gostou mais do período em que vivenciou o Ensino Médio, que chamou sua atenção porque tinha que se esforçar mais para passar no vestibular. A mesma relatou que nessa época se sentiu mais estimulada pelos professores.

Foi observada uma forte relação entre Norma, sua mãe e sua relação com a docência. A mãe dela “(...) sempre foi professora de Ciências, tudo de interessante que acontecia ela chegava em casa contando para mim e para meu irmão” (NORMA, AULA NA UNIVERSIDADE, 29.10.2013). Norma desejava ter cursado Nutrição, mas sua mãe a influenciou a cursar Ciências, argumentando que o campus onde funciona o curso Ciências da Natureza fica mais próximo de sua casa (Já que não existe graduação em Nutrição na região em que reside). Essa licencianda revelou que também escolheu cursar Licenciatura em Ciências da Natureza por ser diferente e que hoje gosta e quer ter experiência em sala de aula.

Norma afirmou que antes de ingressar na universidade acreditava que ensinar Ciências se restringia a estudar um livro e a expor seus conteúdos aos alunos. Entretanto, agora entende que ensinar “Ciências não é só chegar e passar o conteúdo, é mostrar tudo que tem por trás, tudo que tem envolvido naquele conteúdo” (NORMA, ENTREVISTA). Ela acredita que se cobra que o professor saiba tudo, que os alunos querem que o professor tenha resposta para qualquer pergunta, e que é preciso desenvolver no professor a habilidade de “alcançar o conhecimento”. Para ela, nem na universidade se consegue alcançar a referida habilidade, que é preciso ir para escola: “(...) a gente só consegue alcançar quando a gente sai para lá, para aula, e vê qual é a realidade dos alunos” (NORMA, AULA DE ESTAGIO I, 09/07/2014).

Norma apontou que durante o estágio buscou contextualizar os conteúdos de Ciências, levando aos estudantes assuntos de disciplinas consideradas difíceis (Biologia e Química), aproximando-as deles. Ela entende que ensinar Ciências é “trazer experiências e assuntos englobando tudo isso, mas

de uma forma que os alunos entendam, de uma forma simples” (NORMA, ENTREVISTA). A mesma observou que é preciso verificar se o aluno está aprendendo, “(...) não adianta a gente chegar e só falar, falar, falar, e não pensar numa forma de transmitir e não se comunicar com o aluno, saber se ele está entendendo, ou não” (NORMA, AULA DE ESTAGIO I, 09/07/2014).

Assim como Laura, Norma se preocupou em planejar atividades que atraíssem a atenção dos alunos, mas se colocou como centro do processo, apesar de propiciar uma participação mais ativa dos mesmos em muitas atividades. Por exemplo, ela produziu e apresentou uma paródia sobre bactérias para expor o assunto, ao invés de propor que os alunos o fizessem. Os experimentos envolvendo a fermentação do iogurte e o desenvolvimento da massa do pão foram mais voltados à observação do processo. Ainda que os alunos fossem estimulados a relatar o que observavam nos experimentos, a estagiária trouxe as respostas prontas, sem incentivá-los a construir hipóteses acerca do que viam. Assim, apesar de criticar o ensino transmissivo, ela demonstrou uma perspectiva transmissiva do processo de ensino-aprendizagem.

Ainda que Norma tenha considerado a importância de conhecer os saberes prévios dos estudantes, o processo de ensino-aprendizagem no qual se envolveu se baseou em motivá-los, para dar-lhes acesso às informações sobre o conteúdo curricular proposto. Foi notada a preocupação dela em “conquistar” os alunos e em realizar um ensino mais motivador, diferente das aulas que esses estudantes geralmente vivenciam, nas quais o professor faz a exposição dos conteúdos e utiliza o livro didático. Essa preocupação com a aquisição dos conteúdos curriculares e com a forma de transmiti-los aos estudantes evidencia a caracterização do modelo didático trabalhado por Norma como tecnológico, com utilização do método da redescoberta. Para MIZUKAMI (1986) na abordagem comportamentalista, consistente com o Modelo de Redescoberta trazido por HARRIS (2000), “Ensinar consiste, assim, num arranjo e planejamento de contingência de

reforço sob as quais os estudantes aprendem e é de responsabilidade do professor assegurar a aquisição do comportamento” (p. 30) – nessa abordagem há a ênfase nas estratégias de aprendizagem para que um maior número de alunos possa alcançar um melhor desempenho (MIZUKAMI, 1986).

A licencianda Talita retratou de modo saudoso a educação que teve na infância, durante seu processo de alfabetização. Destacou que havia um maior envolvimento entre a professora e seus alunos. Contudo, relembra das séries primárias como uma época não muito positiva, já que suas professoras gritavam muito, ela *aprontava* na classe e não obtinha boas notas. Talita destacou a ênfase na relação positiva entre professor e alunos para que ocorra a aprendizagem, tanto que afirmou que durante as séries primárias gostava apenas da professora Ana, justamente porque a mesma sabia dialogar com seus alunos. Ela afirmou que o ensino de Ciências nessa época era realizado apenas por meio do uso do livro didático e do caderno, de modo transmissivo. Apesar disso, Talita não desenvolveu aulas de estágio baseadas apenas na exposição, mas também trabalhou experimentos e outras estratégias didáticas mais ativas.

Talita mostrou construir suas concepções iniciais de ensino a partir das atitudes de sua mãe. Segundo ela, sua mãe tinha treze filhos e trabalhava numa plantação de arroz e, apesar de ter vontade de estudar, o pai de Talita não permitia que ela o fizesse. Apesar disso, sua mãe a incentivou aos estudos. Talita lembra que para superar sua dificuldade em leitura, utilizou uma revista em quadrinhos do *He-Man*, comprada por sua mãe, preocupada com a aprendizagem de seus filhos.

Sobre o estágio, Talita afirmou ter se decepcionado, pois tinha grandes expectativas, e, diante disso, não modificou muito suas concepções sobre o ensino anteriores. Para a mesma, a educação está além de se ter uma escola limpa (além de um sentido amplo de educação), pois compreende que educação também envolve a aquisição de conhecimento sobre as coisas (sentido de educação formal). Ela ainda enfatiza que para ensinar o professor não

deve se restringir ao livro didático, mas ele precisa se especializar, “tem internet, tem oficinas, e às vezes vem pessoas com coisas novas, você cria um pouco de barreira, e aprender é bom, e também não saber uma coisa e saber chegar e perguntar: eu não sei, mas eu estou disposta a aprender - isso é importante principalmente em ciências” (TALITA, ENTREVISTA). Ela destaca que a disposição à aprendizagem é elemento essencial ao professor; afirma que muitas vezes teorias estudadas são observadas na escola, e podem ajudar a resolver problemas da realidade. Entretanto, para ela, muitas vezes esses problemas têm que ser resolvidos pelo próprio professor, a partir de sua experiência ou de seu “currículo oculto” (TALITA, AULA DE ESTÁGIO I, 11/07/2014).

Na oficina realizada no estágio, como já apontado, Talita trabalhou acerca das relações entre os seres vivos, trazendo conhecimentos sobre cadeia alimentar, plantas e alimentação saudável. Ela desenvolveu suas aulas discutindo os conteúdos com os estudantes e trabalhando vídeos, jogos e modelagem. Talita trabalhou o conteúdo Seres produtores (plantas), explicando de modo expositivo acerca dos tipos de plantas, suas partes e processo evolutivo. Seguiu trabalhando um vídeo tratando do processo de fotossíntese e desenvolveu um jogo do tipo disputa entre equipes, com perguntas e respostas. Nesse processo, ela enfatizou o papel de produtores das plantas.

Talita também trabalhou sobre Seres consumidores - alimentação e sistema digestório, utilizando para isso vídeos, aula expositiva com auxílio de slides e modelagem do sistema digestório humano. Ela também solicitou que os alunos construíssem um cardápio apresentando suas refeições diárias, para discussão em classe. Depois, Talita trabalhou a cadeia alimentar, discutindo sobre seu ciclo, sobre os seres decompositores e acerca do desequilíbrio ecológico. Também passou um vídeo sobre o assunto e pediu que os alunos completassem um texto sobre a cadeia alimentar. Esse texto era composto por palavras e figuras, que deviam ser substituídas para a compreensão da mensagem. Ela afirmou que também levou os estudantes ao laboratório de

Biologia, onde observaram lâminas contendo bolor, leveduras e partes de uma samambaia.

Apesar de buscar estratégias diferenciadas para o ensino, tais como utilização de vídeos, jogos e modelagem, Talita acredita que o conteúdo deve ser exposto aos alunos, seja por meio da explicação verbal ou do uso de vídeos, e exercitado pelos estudantes por meio de outras estratégias didáticas. Ou seja, a mesma também apresentou uma concepção transmissiva do processo de ensino-aprendizagem. Quando questionada se metodologicamente ela trabalhava com a exposição dos conteúdos a mesma afirmou: “(...) tinha uns vídeos, mas primeiros trabalhávamos com slides, aí passávamos os vídeos”. Então, a exposição verbal do professor e as demais estratégias didáticas, parecem ser importantes para Talita, no que tange à aprendizagem do aluno. Assim, sua concepção de ensinar ciências também se enquadra no modelo tecnológico de ensino-aprendizagem, com base no método da Redescoberta. Isso porque, apesar de expor o assunto aos estudantes, ela também os colocou em situações de exploração e exercitação do conteúdo, de modo que eles o adquirissem empiricamente.

Assim como Talita, Lara também lembrou do período em que foi alfabetizada, aos quatro anos, que segundo a mesma aconteceu de modo rápido, pelo método da silabação. Ela relatou que o ensino passado era cartesiano, tendo o professor como detentor do conhecimento, mas percebe que esse ensino, as técnicas, a metodologia (principalmente depois de Paulo Freire) melhoraram. Para Lara, a aprendizagem dos estudantes ainda é insipiente: “Eu vejo que há uma contradição entre o que existe, a formação, mas em contrapartida eles não estão respondendo, não estão trazendo essa resposta” (LARA, ENTREVISTA). Para ela, isso advém da organização da própria sociedade, que vem de um contexto que não valoriza a educação familiar, o cultivo de valores.

Lara afirmou que desde pequena dava aulas para suas primas e, assim como Norma, tem sua mãe como modelo. Ela afirmou que sua mãe é professora desde os doze anos de idade. Já na licenciatura,

Lara acredita que o estudante passa a perceber que quanto mais aprende mais vê que tem muitas coisas a aprender. Inclusive, ela aponta que possui muitos colegas professores que apenas cursam a licenciatura para progredir na carreira docente. Já para Lara estudar é um processo tão prazeroso que essa progressão profissional será consequência do investimento formativo.

Lara destacou acerca do período em que observou a professora de Ciências no estágio: “Embora a agitação e a indisciplina sejam evidentes, estas não são suficientes para explicar a postura rude da regente atuante” (LARA, RELATÓRIO DE ESTÁGIO). Durante esse estágio, Lara aplicou a proposta de ensino reflexivo-investigativa discutida e planejada na universidade: desenvolveu uma sequência didática com uma das turmas da sétima série junto a qual atuou (7ª série A) e, depois, replanejou-a, reaplicando-a com outra turma (7ª série B).

Embora tenha percebido o envolvimento de alguns alunos nas aulas ministradas na turma da 7ª série A, após realizar algumas reflexões frente ao vivenciado na primeira experiência com a referida turma, foram modificadas algumas estratégias usadas anteriormente. Para tanto, na 7ª série B, foi utilizada uma metodologia partindo de questionamentos dos discentes, seguida de atividades experimentais. Assim, ao invés de uma aula expositiva e dialógica apenas, agora (tínhamos) uma aula que conta também com a participação questionadora e experimental dos educados. Simultaneamente ao levantamento de questões, os alunos foram instigados a pensarem possíveis hipóteses para a resolução das mesmas. Tanto as questões quanto suas respostas hipotéticas foram registradas na lousa e, para a confirmação ou não de algumas das hipóteses levantadas, foram realizados experimentos. (LARA, RELATÓRIO DE ESTÁGIO)

De acordo com Lara, esse processo permitiu corrigir o que ela considerou como falhas metodológicas. Com a turma B “houve a modificação

total da metodologia do plano de aula a ser utilizada, esta mais questionadora e experimental, com vistas a oferecer uma aprendizagem significativa” (LARA, ENTREVISTA). Nesse processo de ensino-aprendizagem com a turma B, a licencianda trabalhou a pesquisa junto a seus alunos, articulou dados coletados por eles junto a Secretaria de Saúde do Município de Senhor do Bonfim da ocorrência ou não de doenças respiratórias em pessoas que vieram a óbito, relacionou esses dados ao sexo do indivíduo e trabalhou a linguagem Matemática junto a seus estudantes, organizando e apresentando esses dados com eles por meio de gráficos.

Lara aponta que utilizou uma metodologia de ensino mais expositiva com a turma da 7ª série A e que o mesmo não ocorreu com a turma da 7ª série B:

Então, na 7ª “B” eu já trabalhei com vídeos com experimentos. Eu deixei que eles levantassem questionamentos e a aula começasse com dúvidas, com questões, que eles fossem levantando (questões) a respeito do sistema respiratório. Então eles foram levantando perguntas e eu fui elencando essas perguntas. E depois pedi para que eles fossem investigar. Então foi uma coisa que eles foram à busca. Já com a 7ª “A”, embora eu tenha trabalhado também com a questão dos experimentos, mas não teve essa questão participativa de elaborar perguntas e ir à busca das respostas, não teve essa metodologia. E nos experimentos, de início eu cheguei e expus o que iríamos fazer, e eles foram meros observadores do que estava acontecendo. Já com a 7ª “B” eles foram os executores, mas por que, né? Começaram a levantar perguntas a respeito. (LARA, ENTREVISTA)

Lara atribui essa mudança metodológica como influenciada por um curso do qual participou na universidade, no âmbito do próprio estágio. Esse curso, coordenado pelo professor Pavão e ministrado por docentes e colaboradores do Espaço Ciência de Pernambuco, teve como foco a metodologia

de ensinar ciências fazendo ciência, com base nos ensinamentos do Projeto mão na massa¹².

Para Lara essas ideias de investigar e questionar são retiradas da criança desde cedo, seja no âmbito familiar ou na escola. Por isso, os alunos com os quais trabalhou no estágio tiveram certa dificuldade em fazer perguntas no início do processo: “(...) de início eles ficaram um pouquinho travados, por que é uma discussão que eu sempre levanto é de que nós acabamos deixando de lado os questionamentos das crianças; elas perguntam muito, mas ao longo do tempo elas vão sendo travadas, deixam os questionamentos que são essenciais” (LARA, ENTREVISTA).

Lara classifica o processo que vivenciou no estágio, de refletir sobre sua prática, como importantíssimo, pois possibilita a remodelação da prática. Ela afirma que não segue um método específico de ensino, que se deve utilizar o método adequado ao contexto. Que como o médico que pode receitar uma medicação que nem sempre dá certo, o professor precisa experimentar, “eu acho que você tem que pegar um apanhado de tudo e você ir usando”. Pois, para ela, as teorias são criadas em determinado contexto e devem ser utilizadas como parâmetros. Dessa forma, “a sala de aula acaba sendo vista desse panorama como um laboratório, em que você vai fazer um experimento e você está sujeito a erros, a ciência está sujeita a isso, não é?” (LARA, AULA DE ESTÁGIO I, 09/07/2014).

A concepção de ensino apresentada por Lara se aproxima do modelo didático investigativo (GARCÍA, PORLÁN, 2000; HARRES, 2000). Para a mesma, a pesquisa da prática é o dispositivo que move esse processo, as decisões de ensino tomadas pelo professor se pautam no que ele vai percebendo sobre as necessidades de aprendizagem dos estudantes, que devem participar de maneira ativa das aulas, trazendo seus saberes prévios. Para ela, esses saberes prévios devem ser trabalhados pelo professor, responsável por confrontar essas concepções

objetivando a aprendizagem de conhecimentos científicos desejados. Além disso, as ações de Lara junto à turma da 7ª série B evidenciaram essa perspectiva investigativa de ensino, já que a mesma valorizou o levantamento de perguntas pelos estudantes e orientou o processo de busca por respostas deles.

5. Algumas conclusões

Entende-se que é possível identificar o nível de progressão profissional de professores ou futuros professores por meio do estudo dos modelos didáticos de ensino-aprendizagem que assumem. Também compreende-se que a identificação dos modelos didáticos assumidos pelo professor permite que sua concepção de natureza da ciência seja conhecida e assim, pensar em modos de auxiliar esse professor a evoluir suas concepções e seus modelos de ensino.

Diante desses entendimentos, foram analisados os modelos didáticos de quatro licenciandas em Ciências da Natureza em situações formativas e foi verificado que:

- As licenciandas Laura, Norma e Talita apresentaram concepções e práticas de ensino de ciências a partir de uma perspectiva absolutista, mais voltada ao modelo didático tecnológico (GARCÍA, PORLÁN, 2000);
- Já a licencianda Lara apresentou uma aproximação do modelo didático de ensino-aprendizagem investigativo (GARCÍA, PORLÁN, 2000; HARRES, 2000), já que trabalhou a mudança conceitual dos estudantes por meio do questionamento, da elaboração de hipóteses e da investigação.

Talvez a vivência de Lara como professora a tenha auxiliado na elaboração de estratégias didáticas e em suas tomadas de decisão. É preciso que mais

11 O projeto ABC na Educação Científica Mão na Massa foi desenvolvido no Brasil a partir de 2001 por meio de parceria entre a Universidade de São Paulo (USP), a FIOCRUZ e Secretarias Municipais e Estaduais de Educação. Ele propõe ensinar ciências por meio da pesquisa científica e do desenvolvimento de habilidades orais e escritas dos estudantes. Ver mais em <http://www.cdcc.usp.br/maomassa/>.

estudos possam relacionar o fator experiência profissional com os modelos didáticos de professores.

A identificação de modelos didáticos que embasaram as práticas dessas licenciandas permitiu que suas concepções epistemológicas fossem conhecidas e também fossem verificados seus níveis de progressão na prática da docência, ainda que a investigação tenha ocorrido em período de estágio experimental-formativo. No caso, Lara demonstrou estar num nível mais elevado de progressão profissional, e as demais participantes mostraram se encontrar num nível intermediário. Com base nas necessidades observadas, é possível pensar em práticas formativas que possam auxiliar as três licenciandas que se encontram em nível intermediário de progressão profissional a evoluírem suas concepções epistemológicas e a assumirem modelos didáticos para o ensino de ciências mais complexos. Essa experiência pode servir como norteadora a outros formadores de professores de ciências que necessitem identificar os avanços formativos de seus estudantes para que possam auxiliá-los em sua progressão profissional.

Referências bibliográficas

- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento.** Tradução: DOS SANTOS ABREU, Estela. Contraponto, Rio de Janeiro, Brasil. 1996.
- BEJARANO, N. R. R.; CARVALHO, A. M. P. Professor de ciências novato, suas crenças e conflitos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, pp. 257-280, 2003.
- BOGDAN, R. BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** Porto Editora, Porto, Portugal. 1994.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Tradução: FILKER, R. Brasiliense, São Paulo, Brasil. 1993.
- DESCARTES, R. **Discurso do Método.** Tradução: MIORANZA, C. Editora Escala, São Paulo, Brasil. 2006.
- FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: História, teoria e pesquisa.** Papyrus, Campinas, Brasil. 2012.
- GARCÍA PÉREZ, F. F. Los modelos didáticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. **Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales**, Barcelona, v. 2, n. 207, fevereiro, 2000. Disponível em www.ub.edu/geocrit/b3w-207.htm. Acesso em fevereiro de 2018.
- GARCÍA, J.E.; PORLÁN, R. Ensino de ciências e prática docente: uma teoria do conhecimento profissional. In: HARRES, J.B.S. (org.). **Ensino de ciências: Teoria e prática docente.** UNIVATES Editora, Lajeado, Brasil. 2000. pp.7-42.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** Atlas, São Paulo. 2008.
- HARRES, J.B.S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências** (Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias; Investigations in Science Education) Porto Alegre, v. 4, n. 3. 1999a.
- HARRES, J.B.S. Concepções de professores sobre a natureza da ciência. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999b.
- HARRES, J.B.S. Epistemologia e modelos didáticos no ensino de ciências. **Revista da Educação - Educação e Ciência e Questões afins**, Porto Alegre, n. 40, ano XXIII, pp. 57-86, abr. 2000.
- KLEIN, J. T. Ensino interdisciplinar: didática e teoria. In: FAZENDA, I. (Org.). **Didática e interdisciplinaridade.** Papyrus: Campinas, 2012.
- LEDERMANN, N.G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, Reston, v. 29, n. 4, pp. 331-359. 1992.
- LIBÂNEO, J. C. **Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos.** Edições Loyola, São Paulo. 2002.
- MELLADO, V.; CARRACEDO, D. Contribuciones de la Filosofía de la ciencia a la Didáctica de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 11, n. 3, pp. 331-339. 1993.

- MIZUKAMI, M. da G. N. Ensino: as abordagens do processo. EPU, São Paulo. 1986.
- MORAES, R. **Uma tempestade de luz**: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise Textual Discursiva**. Editora Unijuí. Ijuí: Brasil. 2016.
- MORIN, E. A articulação dos saberes. In: MORIN, E.; ALMEIDA, M. da C. de; CARVALHO, E. de A. **Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios**. Cortez, São Paulo. 2007.
- PRO BUENO, A. de; VALCÁRCEL PÉREZ, M. V.; GASPAR, S. B. Viabilidad de las propuestas didácticas Planteadas en la formación inicial: opiniones, dificultades y necesidades de profesores principiantes. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 23, n. 3, pp. 357–378, 2005.
- YUS, R. **Temas transversais: em busca de uma nova escola**. Artmed, Porto Alegre. 1998.



O ENSINO DOS NÚMEROS RACIONAIS POR MEIO DE ATIVIDADES DE PESQUISA E INVESTIGAÇÃO: BUSCANDO DESENVOLVER O PENSAR

TEACHING OF RATIONAL NUMBERS THROUGH INQUIRY AND RESEARCH ACTIVITIES: LOOKING FOR THINKING DEVELOPMENT

LA ENSEÑANZA DE LOS NÚMEROS RACIONALES POR MEDIO DE ACTIVIDADES DE INDAGACIÓN E INVESTIGACIÓN: BUSCANDO DESARROLLAR EL PENSAMIENTO

Carla Denize Ott Felcher*, André Luis Andrejew Ferreira**

Cómo citar este artículo: Ott Felcher, C. D. y Andrejew Ferreira, A. L. (2018). O ensino dos números racionais por meio de atividades de pesquisa e investigação: buscando desenvolver o pensar. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 13(2), 236-250. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.12500>

Resumo

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa de mestrado que estudou o ensino dos números racionais na perspectiva de desenvolvimento do pensar, considerando o conteúdo como componente curricular necessário. Para tal, desenvolveu-se uma pesquisa-ação, em uma escola pública do município de Canguçu, onde foi criado um grupo fechado na rede social Facebook, denominado F@ceMAT, servindo como um Ambiente Virtual de Aprendizagem. Nesse grupo foram postadas imagens, textos, vídeos, jogos didáticos, objetos de aprendizagem, pesquisas, desafios e principalmente situações problema. Por meio dessas, priorizou-se a pesquisa e a investigação, levando o aluno a ler, interpretar, elaborar, calcular, reformular, proporcionando a interação entre os sujeitos de pesquisa e, assim desenvolver o pensar. Percebeu-se a dificuldade dos alunos na compreensão e resolução do proposto, mas também o envolvimento, a participação de cada um e, a importância da interação entre os pares, aluno e aluno, aluno e professor, de modo que aos poucos os alunos foram esclarecendo as dúvidas e conseguindo desenvolvê-las. Concluiu-se que as atividades de pesquisa e investigação foram favoráveis ao ensino e aprendizagem dos números racionais, contribuindo para a mudança do paradigma tradicional de ensino ainda tão limitado a resolver listas de exercícios.

Palavras chaves: números racionais, ensino, pesquisa, investigação.

Recibido: 12 de septiembre de 2017; aprobado: 23 de enero de 2018

* Licenciada em Matemática – UCPel. Mestra em Ensino de Ciências e Matemática - UFPel. Doutoranda em Educação em Ciências – UFRGS. Professora de Matemática da Rede Pública Municipal e também em cursos de Pós-Graduação Especialização na área da Educação. Correio eletrônico: carlafelcher@gmail.com

** Graduado em Matemática Aplicada e Computacional – UFRGS. Mestre em Ciência da Computação – UFRGS. Doutor em Informática na Educação - UFRGS. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (Mestrado Profissional) da Faculdade de Educação/UFPel. Correio eletrônico: andrejew.ferreira@gmail.com

Abstract

This paper presents results of a master research that investigated the rational numbers teaching in the perspective of thinking development, it was considering the content as a necessary curricular component. For this, an action research was developed, in a public school of the Canguçu city. A closed group was created on the social network Facebook, named F@ ceMAT. It was a virtual environment of learning. In this group we posted, images, texts, videos, didactic games, learning objects, research results, challenges and mainly situations problems. Through these diversified activities, it was looked for to prioritize the investigation and research process, stimulate the student to read, to interpret, to elaborate, to calculate, to reformulate, providing interaction between the researcher and students. Thus, looking for thinking development. It was perceived student's difficulties in understanding and resolve the problems proposed, but also the involvement, the participation of each one and, the importance of interaction between the peers, pupil and pupil, pupil and teacher so that gradually the pupils were clarifying doubts and achieving develop them. We concluded that inquiry and research activities were good to teaching and learning rational numbers, contributing to changing traditional teaching paradigm, which still so limited to solving exercise lists.

Keywords: rational numbers, teaching, research, investigation.

Resumen

Este artículo presenta resultados de una investigación de maestría que estudió la enseñanza de los números racionales en la perspectiva de desarrollo del pensamiento, considerando el contenido como componente curricular necesario. Para ello, desarrollamos una investigación-acción en una escuela pública del municipio de Canguçu, para lo cual creamos un grupo cerrado en la red social Facebook, denominado F@ceMAT, lo que nos permitió crear un ambiente virtual de aprendizaje. En este grupo dispusimos imágenes, textos, videos, juegos didácticos, objeto de aprendizaje, investigaciones, desafíos y principalmente situaciones problema. Por medio de ello, priorizamos la búsqueda y la indagación llevando al estudiante a leer, interpretar, elaborar, calcular y reformular, lo que propició la interacción entre los sujetos de investigación para desarrollar su pensamiento. Percibimos la dificultad de los alumnos en la comprensión y solución de los ejercicios propuestos, así como su compromiso y el reconocimiento de la importancia de la interacción entre pares, alumno/alumno, docente/alumno, de tal forma que los estudiantes pudieron aclarar dudas y desarrollar ideas. Concluimos que las actividades de búsqueda e indagación contribuyeron a la enseñanza y el aprendizaje de los números racionales, posibilitando el cambio de paradigma tradicional de enseñanza, el cual aún se limita a resolver listas de ejercicios.

Palabras clave: números racionales, enseñanza, indagación, investigación.



Atribucion, no comercial, sin derivados

[237]

Introdução

As discussões a respeito do currículo escolar são pertinentes e necessárias e, quando o alvo é a disciplina de Matemática, no sentido restrito de grade curricular, as discussões são ainda mais intensas assinalando os conteúdos como engessados, o que para alguns professores não permite um trabalho diferenciado, cabendo a esses vencê-los, apenas. Sendo assim, Moreira, em entrevista a COSTA (2003), diz que embora haja um currículo e, conforme a Lei de Diretrizes e Bases Educação Nacional (LDBEN) 9394/96, com uma base nacional comum, “escolhas não são totalmente determinadas previamente, algum grau de liberdade se tem” (COSTA, 2003 p. 56).

Registra-se que atualmente não há uma Base Nacional Comum consolidada e em prática, sendo assim, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) servem como diretrizes curriculares e trazem a Matemática organizada em quatro blocos, os quais se constituem de Números e operações, Espaço e forma, Grandezas e Medidas, e Tratamento da Informação.

Moreira em entrevista a COSTA (2003) ressalta que o professor tem certo grau de liberdade para desenvolver o seu trabalho, assim pode priorizar determinados conceitos em detrimento de outros, caso essa organização seja justificável. Para D’AMBROSIO (2010), o professor precisa elaborar uma justificativa para cada um dos tópicos do programa e esta não pode se resumir ao argumento de que servirá de requisito para o próximo conteúdo a ser estudado.

A respeito dos conteúdos curriculares, SELBACH (2010) argumenta que não é possível conceber o pensamento retrógrado de que há um currículo a ser cumprido e, se o aluno não o aprende, a culpa é sua. Os conteúdos são o meio por onde os alunos aprendem e manifestam as diferentes inteligências. Sendo assim: “Uma escola ou um professor sem conteúdo é escola sem propósito e objetivo, é professor sem missão, aula sem foco. “Conteúdo” não é coisa que se acumula, mas ferramenta com a

qual se aprende a aprender e, por saber a aprender, conseguir transformar” (SELBACH, 2010 p. 49-50).

Avaliando a importância dos conteúdos curriculares, SELBACH (2010) ressalta que é preciso definir de qual matemática se está falando, identificando aquela que vai ser útil ao aluno em diferentes níveis da educação, já que a matemática como área do conhecimento, possui indiscutível valor formativo, sem falar que é uma ferramenta essencial em qualquer profissão.

A partir dessas considerações sobre conteúdos curriculares e do entendimento de que números racionais são de relevância na formação do educando, embora haja aqueles que saem dos bancos escolares sem o devido entendimento do conceito, o presente artigo tem por objetivo investigar o ensino dos números racionais numa perspectiva que considera este conteúdo curricular como aporte para desenvolver o pensar.

1. Os números racionais como conteúdo curricular

Cabe questionar, nesse contexto, qual espaço dentro dessa grade curricular que os números racionais na forma fracionária ocupam. Os números racionais são importantes para a formação acadêmica do aluno? Eles sempre foram ensinados? Como é a relação dos alunos com esse conteúdo matemático?

Para abordar os questionamentos acima, apresenta-se uma retrospectiva histórica dos números racionais, GOMES (2012), baseada em livros didáticos analisados por ela mesma, traz que muitas alterações aconteceram em relação à abordagem dos números, em especial, dos números racionais. Assim, segundo a mesma autora, primeiramente a conceituação de número coloca ênfase no aspecto do número racional como expressão da medição de uma grandeza. Essa expressão é um número inteiro ou fracionário chamado de número comensurável.

Em um segundo momento, os livros destacam com menor ênfase o número como resultado da medição de uma grandeza. Dessa maneira, a ligação entre a noção de fração e a medição de

comprimentos torna-se mais fraca. A denominação números comensuráveis não é mais empregada, e, sim, fração, sendo que, para “a fração é, sobretudo, uma ou mais das partes iguais em que se divide a unidade, unidade esta que não é mais sempre representada por um segmento de reta” (GOMES, 2012 p. 48).

No terceiro momento, não se encontra mais nos livros a noção de grandeza. Logo, “O número (natural) é apresentado como uma propriedade comum a dois conjuntos entre os quais se pode estabelecer uma correspondência biunívoca” (GOMES, 2012 p. 12). A ideia da fração como uma ou mais partes iguais em que se divide a unidade perde espaço em favor da fração na forma $\frac{a}{b}$, considerando a e b um par ordenado de inteiros com b diferente de zero.

Desse modo, a evidência está para uma abordagem formal, completamente diferente daquela realizada no primeiro momento, adota-se um enfoque formal: “ou o racional é apresentado como o número definido pela classe de equivalência de uma fração, ou é definido como qualquer número que possa ser colocado na forma $\frac{p}{q}$, sendo p e q inteiros quaisquer e q não nulo” (GOMES, 2012 p. 47).

A definição acima parece reduzir os números racionais em algo simples, porém a realidade demonstra que o trabalho com esse conjunto numérico envolve diversas dificuldades no que tange à aprendizagem do aluno, principalmente no entendimento do que são os números racionais, assim, é possível encontrar alunos que no Ensino Médio e até no Superior surpreendem-se ao saber que a fração um meio e o número decimal cinco décimos são localizados exatamente no mesmo ponto da reta numérica. Portanto, os dois números racionais embora representados de forma diferente tem o mesmo valor.

Reforçando e complementando, os PCNs (1998) relatam que embora números racionais sejam conteúdo do Ensino Fundamental, o que se observa é que essa dificuldade persiste até mesmo no Ensino Superior, em que os alunos chegam sem entender o significado desses conceitos e com dificuldades nos cálculos, principalmente em relação à representação

decimal. Assim, torna-se evidente que essas dificuldades podem acarretar prejuízos à progressão nos estudos, justificando questionar o porquê de tamanha dificuldade no ensino desse conteúdo curricular.

Buscando compreender a justificativa para a dificuldade de compreensão do que são os números racionais, HILTON (*apud* LOPES, 2008), relata uma conferência proferida por esse, em 1980 nos Estados Unidos, é bastante enfático ao dizer que as frações deveriam ser ensinadas como parte do currículo elementar e, não somente em momentos estanques, configurando capítulo de livro ou um tema o currículo elementar da Matemática. Assim, o exposto por HILTON (*apud* LOPES, 2008) afirma que nunca deveríamos ter ensinado as frações da forma como foram e, ainda, são ensinadas, referindo-se aqui ao que os livros didáticos trazem como aplicações das frações enganosas. Um exemplo apresentado pode ser observado a seguir - “João comeu $\frac{3}{17}$ avos de um bolo, seu irmão comeu $\frac{5}{9}$ do que restou... Quanto sobrou para sua irmã?” (p. 23).

Em relação às dificuldades que envolvem a aprendizagem dos racionais, percebe-se que no Ensino Fundamental, mais especificamente nos anos iniciais, quando começam os números racionais, há uma ruptura com os números naturais. De acordo com os PCN (BRASIL, 1998), o aluno que raciocina sobre os números racionais como se fossem naturais enfrenta vários obstáculos, a começar pela representação que pode ser feita por infinitas escritas fracionárias; a comparação entre racionais não é mais tão clara e simples quanto nos naturais; o “tamanho” da escrita numérica também começa a deixar dúvidas, sem falar que as operações apresentam outras regras, e antecessor e sucessor (número que vem antes e o que vem depois) praticamente não se fala mais.

Para LOPES (2008), além do estatuto epistemológico das frações, a própria representação também é um obstáculo, afinal, associar dois números inteiros separados com um traço não é tão trivial assim. Então, quando associados dois inteiros e entre eles um traço, os números deixam de ser inteiros? Este deve ser um frequente questionamento dos alunos.

Gonzáles e Arrieche citam um trabalho que investigou a introdução do conceito de frações na escola:

[...] um trabalho de investigação sobre a introdução da noção de frações a partir de problemas de divisão para crianças de primeira e segunda série do ensino primário, também inclina-se a determinação de obstáculos. Entre suas conclusões expõe que uma das limitações identificadas é a prematura inclusão do nível simbólico nestas primeiras séries da educação. (GONZÁLES, ARRIECHE, 2005 p. 359)

Já os PCNs (BRASIL (1998)) enfatizam a necessidade de iniciar o trabalho com frações entre o 4º e o 7º ano, de modo que os alunos percebam que os números naturais são insuficientes para a resolução de certas situações. Esse documento sugere que essa percepção aconteça a partir de situações-problemas apresentadas pelo professor, em que os números naturais sejam incapazes de exprimir o resultado. Assim, os alunos são apresentados aos números na forma racional.

O que se percebe é que, no contexto da vida diária, a utilização de frações está mais relacionada à vida adulta, resumindo-se em grande medida às frações do tipo um meio, um terço, um quarto. No entanto, na escola empregam-se frações bem distintas destas, como por exemplo, 15/19. Curiosamente, um estudo realizado por IRWIN (2001) traz como resultado que crianças com menos idade trabalharam mais facilmente com os decimais, em relação às crianças mais velhas, que já tinham estudado os decimais como conteúdo da escola.

Entre os principais resultados destas entrevistas foi que as crianças de 8 anos indicaram um conhecimento amplo do uso diário dos decimais: falaram sobre vê-los em estatísticas dos esportes, sobre gráficos hospitalares, nas lojas, cheques nos bancos (incluindo conversão de moeda), em calculadoras, em livros, como uma posição em uma corrida (1.4 km), e em um frasco de 1,5 litros de bebida. Entretanto crianças com 10 anos ou mais velhas, que tinham tido contato com decimais na Escola, tinham uma

visão bem mais limitada dos contextos diários para os decimais apresentando exemplos com dinheiro e do contexto Escolar. Estas crianças mais velhas poderiam escrever e ler um número que incluísse uma fração decimal desde que a tivessem visto na Escola. (IRWIN, 2001 p. 3)

O estudo de Irwin é claro no que se refere à participação da escola na aprendizagem dos números racionais. Para o autor, as crianças que não haviam aprendido o conteúdo na escola, fizeram diversas associações entre os decimais e situações da vida cotidiana.

Talvez aqui seja possível identificar um elemento facilitador para a aprendizagem, que seriam as situações cotidianas, assim como, usar tais situações para relacionar com as frações explicando que são formas de representações diferentes para uma mesma quantidade, levando em consideração que para, “um aluno pode saber, por exemplo, que deve dividir 1 por 4 para obter a representação decimal do racional $\frac{1}{4}$, mas pode ser que não reconheça 0,25 como outro representante do mesmo número racional” (MARANHÃO, IGLORI, 2003 p. 60).

O que se percebe nesse caso é a não construção ou a construção equivocada do conceito de fração, talvez resultado de práticas calcadas em regras, ou ainda, conforme o que já foi exposto em relação à introdução precoce do conceito sem que o aluno tenha maturidade para compreendê-lo. A construção correta do conceito de fração mostra-se de extrema relevância, pois, conforme aponta os PCNs (1998), embora no cotidiano o uso de frações seja menos frequente, o conceito é utilizado em outros conteúdos, tais como: proporções, equações, sistemas, entre outros. Ainda, quando nos deparamos com uma dízima periódica, a representação na forma fracionária favorece um resultado mais preciso.

Além disso, LOPES (2008) acrescenta que o ensino de frações em apenas algumas séries específicas do fundamental, como acontece é um erro, pois desconsidera que o desenvolvimento da pessoa se estende dos 7 a 8 anos até os 14 e 15 anos. Assim, a sugestão do autor é que, na forma de um espiral, os

currículos deveriam contemplar experiências com frações ao longo dos níveis fundamental e médio (Educação Básica).

2. Sobre o ensino dos números racionais

Visando a construção do conceito de número racional é importante que a criança possa manipular diferentes objetos, rompendo com a prática de colorir figuras, tão em voga ainda hoje. Desse modo, o aluno poderá realizar práticas tais como:

Repartir quantidades (discretas ou contínuas) em porções iguais, buscando seus próprios caminhos; Verificar se as porções obtidas são realmente iguais, por meio de comparação das quantidades, no caso de grandezas de natureza discreta, ou superposição das partes, no caso de grandezas de natureza contínua; Conferir se a partição está completa, recompondo a coleção ou figura inicial. (TOLEDO, TOLEDO, 2009 p. 164)

A respeito da manipulação do material concreto, “a partir de nossa intervenção, percebemos que os conteúdos trabalhados com materiais de fácil manipulação ou visualização foram mais bem compreendidos pelos alunos do que os demais” (MENEGHETTI, NUNES, 2006 p. 83).

Ainda sobre como ensinar frações, LOPES (2008) propõe um conjunto de atividades cujo objetivo, entre outros, é o desenvolvimento do sentido numérico em grau crescente de complexidade, a ser explorado em todo o ensino fundamental, entre eles destacam-se apresentar aos alunos situações que possibilitem a problematização e exploração da noção de metade em contextos de comparação; explorar a metade da metade e, a metade da metade da metade; investigar o sentido das palavras que tenham a ideia de parte e explorar atividades de resolução de problemas focados na visualização.

A partir da leitura de LOPES (2008) percebe-se a relevância de utilizar atividades de pesquisa e investigação para ensinar números racionais. E, neste sentido, os autores Demo e Ponte, Brocardo e

Oliveira são fundamentais. Demo com a importância de uma prática pedagógica apoiada na pesquisa e, os demais, enfatizando as investigações em sala de aula.

Segundo DEMO (2015), a base da educação escolar deve ser a pesquisa e não a aula. Pesquisa que não pode ser confundida com práticas pontuais, tarefas com data marcada, costumeiramente em datas comemorativas. Nesse sentido, o autor alerta para a necessidade em distinguir pesquisa como atitude cotidiana e como resultado específico, pois, segundo ele:

Como atitude cotidiana, está na vida e constitui forma de passar por ela criticamente, tanto no sentido de cultivar a consciência crítica, quanto no de saber intervir na realidade de modo alternativo com base questionadora. [...] Como resultado específico, significa um produto concreto e localizado, como a feitura de um projeto pedagógico, ou de material didático próprio, ou de um texto com marcas científicas. (DEMO, 2015 p.15)

Assim, a pesquisa como atitude cotidiana é fundamental em todos os momentos da prática educativa, desmitificando a ideia de algo especial, realizado por pesquisadores em seus espaços reservados e, considerar que professor e aluno podem e devem desenvolver pesquisa.

Já, investigação “é procurar conhecer o que não se sabe”. (PONTE, BROCARD, OLIVEIRA, 2013 p. 13). Inclusive, de acordo com os autores, trabalhar com investigação não significa necessariamente lidar com problemas muito difíceis, basta formularmos questões do nosso interesse e que não temos resposta e, responde-las de modo fundamentado e rigoroso.

Em se tratando de pesquisa e investigação, o PCN de Matemática, de 5ª a 8ª série, faz menção à importância destas para a aprendizagem matemática, relacionando-as com a Resolução de Problemas. Assim, entre os objetivos indicados para o ensino e aprendizagem dessa área do conhecimento, encontra-se a capacidade de investigação e resolução de problemas (BRASIL, 1998).

Nesta discussão, empregar-se-á os termos pesquisa e investigação, por entender que estas estão relacionadas, complementando-se e, assim em acordo “fala-se em investigação a propósito de atividades que envolvem uma procura de informação, por exemplo, fazer uma investigação ou pesquisa na Internet” (PONTE, BROCARD, OLIVEIRA, 2013 p. 13).

Nesse contexto que privilegia pesquisa e investigação, a interação é de grande relevância. Segundo PRIMO (2011) interação é o envolvimento de duas ou mais pessoas, bem como a interação sujeito e objeto. Segundo PRIMO (2011), as interações podem ser reativas ou mútuas, sendo que a reativa é um tipo limitado de interação ou fechada, enquanto a mútua é criativa, aberta, de verdadeira troca. As primeiras acontecem pelo estímulo resposta e a segunda se dá através da negociação.

3. A organização do trabalho com números racionais

a. Metodologia e método

A metodologia empregada nessa investigação foi qualitativa através de pesquisa-ação, sendo o professor também o pesquisador, ou seja, ambos os papéis foram desenvolvidos por um único profissional. A pesquisa-ação, segundo DEMO (2005), é um tipo de pesquisa social que vem crescendo consideravelmente em educação, sendo que há envolvimento do pesquisador e pesquisado. Nesse contexto, professor e aluno, ambos buscam solução para os seus problemas.

A pesquisa-ação segundo GIL (2012) é uma proposta alternativa de pesquisa que busca obter resultados socialmente relevantes, no sentido de realmente contribuir com a realidade, transformando-a. Nesse método o pesquisador tem esta possibilidade, o que torna esse tipo de investigação tão interessante e merecedora de estudos e práticas. E, “é uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar à ação que se decide tomar para melhorar a prática” (TRIPP, 2005 p. 443).

Assim, a pesquisa-ação proporciona conhecer a realidade e também fazer intervenções através de

ações mais significativas. Para THIOLENT (2011), a pesquisa-ação permite que pesquisador e os participantes representativos estejam envolvidos de modo colaborativo, contribuindo, assim, com uma estreita associação entre a ação ou a resolução de um problema.

Portanto, esse desenho metodológico possibilita a utilização da pesquisa para aprimorar o ensino e a aprendizagem. O pesquisador, nesse caso, o professor, busca transformar a sua prática, ao passo que investiga, planeja e desenvolve ações, monitorando-as para avaliar os resultados.

b. Contexto e descrição dos sujeitos da pesquisa

Esta investigação foi desenvolvida em uma escola pública de Canguçu/RS, que atende aproximadamente 280 alunos distribuídos nos turnos da manhã e tarde, nas modalidades de Educação Infantil e Ensino Fundamental. A turma foi o sétimo ano “B”, onze alunos, sendo seis meninas e cinco meninos, com faixa etária entre 13 a 17 anos, e estão identificados pelas letras maiúsculas do alfabeto (A, AC, B, C, D, G, J, L, M, T e V), que correspondem às letras iniciais dos seus respectivos nomes.

Os alunos desta turma já vivenciaram a experiência de repetir de ano, pelo menos em um ano letivo e, ainda, quatro destes estão repetindo o sétimo ano pela segunda vez neste ano, portanto, estão na condição de alunos repetentes. Esses apresentam sérias dificuldades, principalmente, em relação à leitura, escrita, raciocínio e interpretação, que comprometem o ensino e a aprendizagem da Matemática e de qualquer outra área do conhecimento. Sem falar que devido a tais dificuldades o desenvolvimento de qualquer conteúdo exige um tempo maior.

Entre as características que descrevem os alunos dessa turma, podemos apontar que alguns apresentam apatia durante as aulas, falta de vontade para estudar e de compromisso com as tarefas escolares, raramente interagem com os pares e ainda pouca assiduidade às aulas. Ainda, quando questionados a respeito dos conceitos trabalhados, se compreenderam ou não, raramente pronunciam-se.

c. O F@ceMAT

A proposta de trabalho consistiu-se da criação do grupo fechado no *Facebook*, denominado F@ceMAT, a partir de estudos realizados, características dos alunos e das próprias considerações e observações a respeito de projetos que envolvem redes sociais. Inclusive, FELCHER, PINTO, FERREIRA (2017) defendem que um grupo fechado no Facebook, atende as características de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Assim, o F@ceMAT foi pensado e, portanto, utilizado para: avaliação diagnóstica; portfólio; pesquisa; construção, revisão e fixação de conceitos; repositório de material; atividade extraclasse e agenda.

Com o propósito de atender as necessidades acima mencionadas, foram desenvolvidas aproximadamente trinta (30) atividades, das quais destaca-se, mapas conceituais, vídeos, textos, imagens, desafios, jogos educativos, situações-problema, objetos de aprendizagem, criação de enquetes e eventos, entre outros, com o objetivo de reforçar conceitos trabalhados em aula, bem como suscitar a construção de outros. O conjunto de atividades propostas buscaram romper com um ensino matemático baseado ainda na maioria das vezes, na resolução de listas e listas de exercícios, logo após a explicação do professor. Tais práticas exigem além dos cálculos, a leitura, a interpretação, o raciocínio e a aplicação dos conceitos.

4. Resultados e discussões

Apostar no F@ceMAT, como espaço virtual com o objetivo de trabalhar números racionais através de inúmeras e diversificadas atividades, é evidenciar um rompimento com a prática citada por D'AMBRÓSIO (2010), comum a certas escolas, onde o ensino da Matemática se apresenta sob um viés conteudista e com uma metodologia baseada puramente no decorar e calcular, não atendendo as necessidades socioculturais do país.

Dando início ao trabalho com conteúdo programático, optou-se por começar os números racionais pelas frações, lógica sustentada por TOLEDO,

TOLEDO (2009). Desse modo, as atividades no grupo F@ceMAT foram introduzidas a partir de um mapa conceitual elaborado pelos alunos sobre frações, conforme figura 1. O objetivo desse mapa foi realizar uma avaliação diagnóstica, que para HAYDT (1998) é aquela realizada no início de um curso ou período letivo com a intenção de constatar se os alunos apresentam ou não o domínio dos pré-requisitos necessários, isto é, se possuem os conhecimentos e habilidades imprescindíveis para as novas aprendizagens.

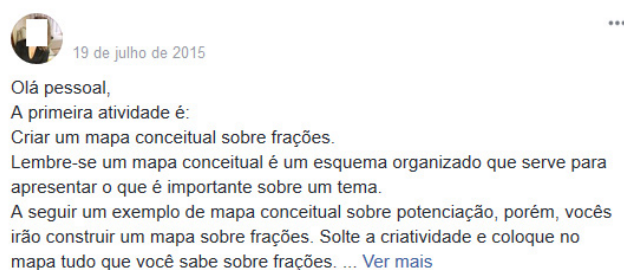


Figura 1. Recortes de postagens no grupo F@ceMAT.

Fonte: <https://www.facebook.com/groups/716534575142642/>

Por meio da análise dos mapas conceituais foi possível identificar a dificuldade que os alunos possuem no conceito frações, confirmando o que trazem os PCNs (1998) e também quando citam: “[...] mesmo já tendo estudado os números racionais em sua forma fracionária, ainda encontram dificuldades na resolução de exercícios com esses números” (RICKES, SILVEIRA, 2014 p. 112).

No F@ceMAT, utilizou-se uma sequência didática com o objetivo de trabalhar os números racionais, refletindo sobre cada uma das atividades propostas, seu objetivo, a relação com o que já foi e com o que ainda será trabalhado, buscando assim, ir além do que operar apenas de maneira mecânica. Atividades que priorizam a pesquisa e a investigação, levando o aluno a formular, reformular, elaborar, testar, relacionar, confrontar, comparar, entre outros. Colaborando assim para a formação de alunos pensantes, o que está em conformidade com o proposto por D'AMBRÓSIO (2010) que se refere a um ensino matemático, o qual ajude a pensar melhor e a desenvolver o raciocínio.

A respeito de um bom problema, STEWART (*apud* PONTE, BORCARD, OLIVEIRA, 2013) salienta que é aquele que ao invés de conduzir a um beco sem saída, abre horizontes inteiramente novos. O interessante, desse trabalho é que resolvê-lo é apenas parte do processo, as descobertas que podem ser realizadas concomitantes ao processo por vezes são ainda mais significativas, que a própria resolução do proposto.

Duas atividades desta sequência didática serão analisadas a seguir. A primeira, em um formato de desafio, envolve operações com racionais, números opostos e formas geométricas. A segunda, um conhecido problema, Conto dos 35 camelos de Malba Tahan, que exige além de leitura, interpretação, raciocínio, compreensão de parte e todo e operações com racionais.

Assim, em relação à atividade apresentada na figura 2, a mesma deve ser dividida em 7 partes iguais, de mesmo formato, sendo que a soma dos números racionais contido em cada formato, deve ser a mesma dos demais.

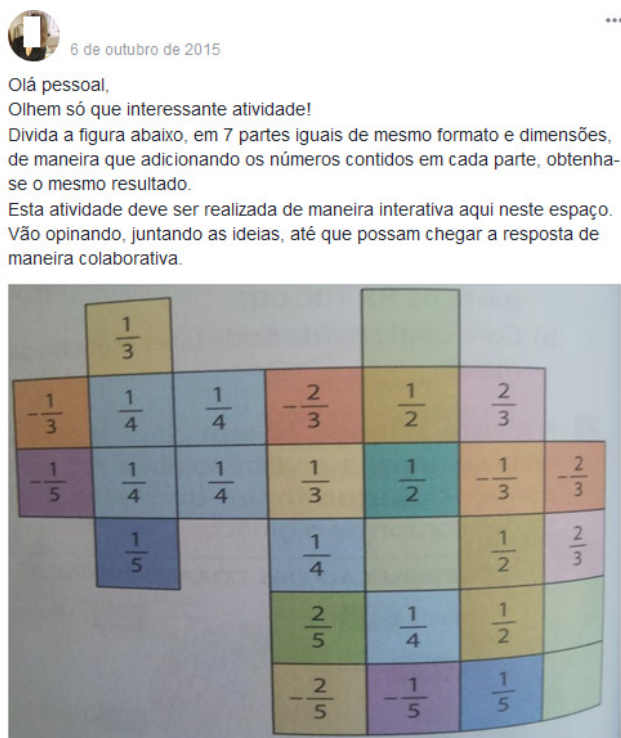


Figura 2. Recortes de postagens no grupo F@ceMAT.

Fonte: <https://www.facebook.com/groups/716534575142642/>

A realização da tarefa necessitou da constante interação por parte do professor. Em um primeiro momento, a aluna “A” citou que considerando 7 figuras, de mesmo formato, então, nesse âmbito cada figura teria 4 números racionais, figura 3.

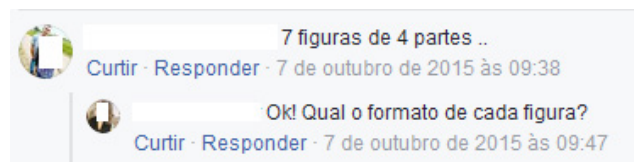


Figura 3. Recortes de postagens no grupo F@ceMAT.

Fonte: <https://www.facebook.com/groups/716534575142642/>

Com o passar dos dias, não havendo evolução quanto ao proposto, questionados em aula a respeito da tarefa, os alunos pronunciaram-se, afirmando que não estavam conseguindo resolvê-la. No entanto, considerando que a ação educativa do professor não pode reduzi-los a tábula rasa, transformando-os em cabeças vazias, conforme DEMO (2015), retomou-se a atividade em sala de aula, figura 4, esclarecendo alguns pontos, a partir dos questionamentos apresentados por eles próprios.

Para a maioria dos alunos dessa turma, se a figura estivesse virada para cima não teria o mesmo formato da figura virada para baixo. Salientou-se, portanto, que o formato da figura independe da sua posição. Também, sugeriu-se aos alunos que realizassem uma breve pesquisa a respeito de números opostos e frações equivalentes, já que o emprego destes dois conceitos facilitaria a resolução da atividade.

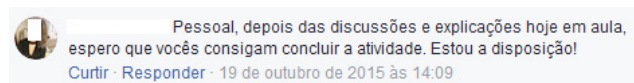


Figura 4. Recortes de postagens no grupo F@ceMAT.

Fonte: <https://www.facebook.com/groups/716534575142642/>

PONTE, BORCARD, OLIVEIRA (2013) referem que o sucesso de uma investigação depende da forma como ela é proposta pelo professor, do ambiente que se cria para a sua realização. É importante que o aluno sinta-se à vontade e tenha tempo para expor suas ideias, pensar, refletir, tanto com os colegas, quanto com o professor.

Afinal, o conhecimento está disponível nos mais diversos lugares, escolas, computadores, livros, bibliotecas, tornando-se cada vez mais acessível graças ao poder da informatização do conhecimento. Essa realidade vem ao encontro da necessidade de um trabalho diferenciado do professor, um trabalho muito além de repassador de informação. DEMO (2015 p. 33) cita PAPERT e GREENFIELD, ao expor que “o simples repasse não sustentará a profissão, se a ele for reduzida. Todavia, a profissão não se define mais pela transmissão, mas pela reconstrução do conhecimento, onde encontra papel insubstituível”.

Posteriormente as discussões em aula, começaram lentamente a ser postadas resoluções da atividade, como a apresentada na figura 5, que mostra o trabalho desenvolvido pelos alunos “J” e “L”.

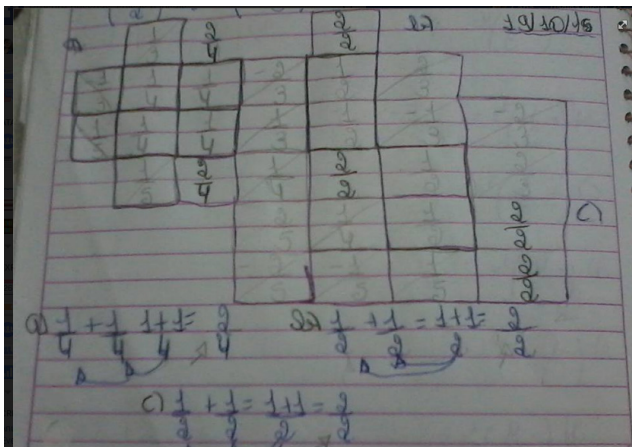


Figura 5. Recortes de postagens no grupo F@ceMAT.

Fonte: <https://www.facebook.com/groups/716534575142642/>

Em relação à resolução apresentada acima, figura 5, a interação acontece no sentido de questionar a respeito do formato das figuras, figura 06, porém, dando a oportunidade dos alunos refletirem e continuarem a realização do trabalho, bem como “investigar, sendo necessário deixá-lo trabalhar de forma totalmente autônoma e, como tal, o professor deve ter somente um papel de regulador da atividade” (PONTE, BROCARD, OLIVEIRA, 2013 p. 26). Ainda, nesse contexto, DEMO (2015) ressalta a importância de o professor sair do pedestal, para apresentar-se como orientador do coletivo e de cada aluno em especial, continuará como

autoridade conquistada pelo exemplo, competência e dedicação.

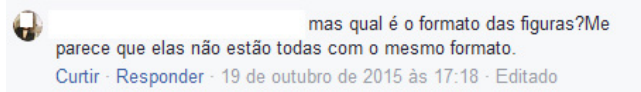


Figura 6. Recortes de postagens no grupo F@ceMAT.

Fonte: <https://www.facebook.com/groups/716534575142642/>

Na sequência, apareceram então, as primeiras resoluções em conformidade com o solicitado, figura 7. A resolução mostra que as alunas “AC” e “V” cancelaram os números opostos facilitando assim o processo de resolução, conforme indicação da professora, demonstrando saber aplicar o conceito estudado.

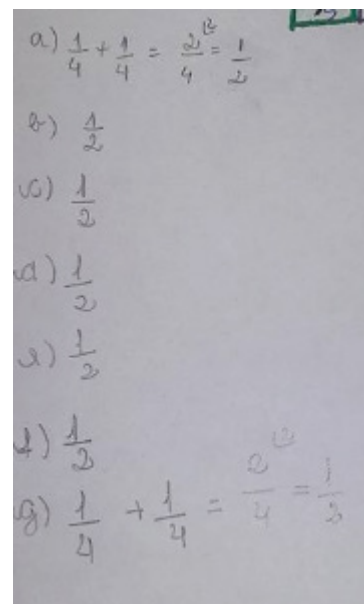
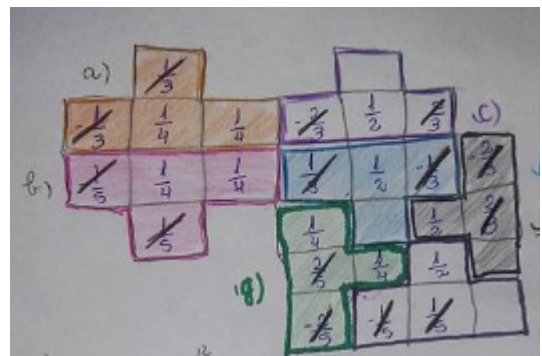


Figura 7. Recortes de postagens no grupo F@ceMAT.

Fonte: <https://www.facebook.com/groups/716534575142642/>

Além de serem postadas no F@ceMAT, as resoluções também foram discutidas em aula. Cada grupo expôs sua resolução, no sentido de ressaltar conceitos e socializar os processos empregados. Essa fase, segundo PONTE, BROCARDO, OLIVEIRA (2013) é importante para que os alunos compreendam mais sobre o que é investigar, bem como comunicar-se matematicamente e ainda, refletir sobre seu próprio trabalho e o poder de argumentação.

PONTE, BROCARDO, OLIVEIRA (2013) salientam que em se tratando de investigações matemáticas, não se sabe ao certo como iniciar, nem como concluir. No caso desta investigação, especificamente, embora todos tenham chegado ao mesmo resultado, o que é uma condição ímpar neste caso, os caminhos foram distintos, alguns mais curtos, outros mais longos. A figura 07 acima, por exemplo, traz uma resolução que empregou o conceito de números opostos, enquanto outros não utilizaram este conceito e desenvolveram um número bem maior de cálculos.

A segunda tarefa aqui em discussão é o Conto dos 35 camelos de Malba Tahan, figura 8. Os alunos em grupo tiveram a oportunidade de ler, organizar os dados, discutir, interpretar, exercendo

a colaboração e interação através do espaço virtual. Para VYGOTSKY (1998 p. 17), “a colaboração entre os pares ajuda a desenvolver estratégias e habilidades gerais de solução de problemas pelo processo cognitivo implícito na interação e na comunicação”.

A realização dessa tarefa exigiu mais do que os alunos imaginavam e estavam acostumados a fazer. E a comum pergunta, o que eu tenho que fazer aqui não poderia ser respondida e, eles mesmos, já sabiam que não haveria uma resposta pontual e precisa para tal investigação.

No primeiro momento, como resolução do proposto, os alunos gravaram um vídeo de leitura e interpretação do conto, alunas “V” e “AC” e também “B”, “J” e “L”, quando na verdade, o solicitado era demonstrar o raciocínio empregado para se chegar na devida conclusão. Tal fato apontou para a necessidade de fazer uma retomada, fazendo-os refletirem sobre o que foi desenvolvido e “ajudá-los a fazer uma síntese da atividade, descrevendo os seus avanços e recuos, os objetivos que tinham em mente e as estratégias que seguiram”, conforme figura 9, postada no F@ceMAT, bem como discussões e esclarecimentos em sala de aula.

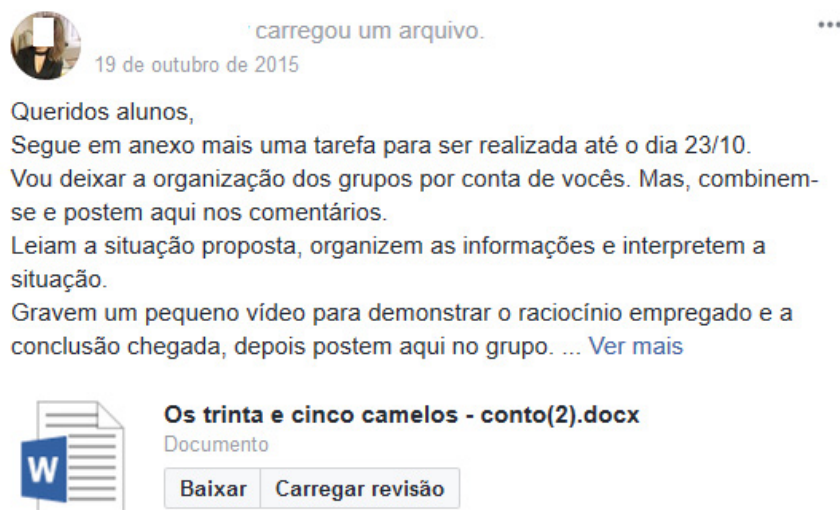


Figura 8. Recortes de postagens no grupo F@ceMAT.

Fonte: <https://www.facebook.com/groups/716534575142642/>

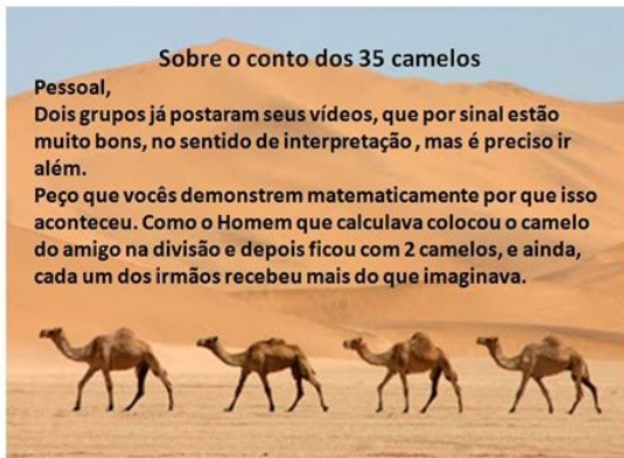


Figura 9. Recortes de postagens no grupo F@ceMAT.

Fonte: <https://www.facebook.com/groups/716534575142642/>

Em trabalhos de pesquisa e investigação, não se sabe ao certo os caminhos que serão construídos, portanto o professor, segundo PONTE, BROCARDO, OLIVEIRA (2013) deve trabalhar com a possibilidade de imprevisibilidade, o que exigirá dele flexibilidade na condução do trabalho. Foi exatamente o que aconteceu na realização dessa tarefa, que exigiu retomada em sala de aula, novas orientações, bem como alongar o prazo de conclusão, já que a primeira versão apresentada pelos alunos não estava de acordo com o solicitado.

Ao invés de retomar as orientações da atividade em sala de aula, o professor poderia ter gravado um vídeo e postado no espaço virtual, prática relatada como bastante eficiente por BORBA, SILVA, GADANIDIS (2015). Segundo os autores, diante da dúvida de uma aluna sobre derivada e reta tangente, a doutoranda Cida Chiari gravou um vídeo, postou no *YouTube* e disponibilizou o link no grupo do *Facebook*, o que segundo a aluna sanou sua dúvida.

Assim, a realização dessa atividade investigativa considerou quatro momentos principais previstos por PONTE, BROCARDO, OLIVEIRA (2013) que são, primeiramente, o reconhecimento da situação, exploração preliminar e a formulação de questões, o segundo, por sua vez, é o processo de formulação de conjecturas, o terceiro a realização dos testes e a refinamento das conjecturas e por fim, a demonstração e avaliação do trabalho realizado.

Considerando que estes momentos surgem muitas vezes simultaneamente.

O envolvimento do aluno com a aprendizagem é de fundamental importância para que os objetivos sejam alcançados, envolvimento que deve ser ainda maior em uma investigação ou pesquisa, independente da área que for. O aluno aprende quando mobiliza os seus recursos afetivos e cognitivos em prol de um objetivo (PONTE, BROCARDO, OLIVEIRA, 2013).

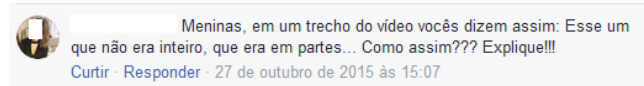


Figura 10. Recortes de postagens no grupo F@ceMAT.

Fonte: <https://www.facebook.com/groups/716534575142642/>

PONTE, BROCARDO, OLIVEIRA (2013) ressaltam a importância de quando os alunos encontram-se num impasse, com dúvidas a respeito da resolução da tarefa, o professor colocar questões abertas, conforme questionamento apresentado na figura 10. Ainda, segundo os mesmos autores, o professor também pode devolver o questionamento feito pelo aluno, para que o mesmo reflita acerca do que está sendo proposto e do que já conseguiu alcançar.

Além do que, em relação ao comentário que aparece acima, quando o professor questiona uma fala dos alunos no vídeo, onde eles dizem, “o inteiro que não era inteiro”, DEMO traz a importância de algumas insistências, entre elas:

Exercitar na formulação própria o bom uso da lógica, da argumentação, da crítica e da autocrítica, dentro da regra segundo a qual só se pode garantir o que de alguma forma tem base; não adianta construir algo que ninguém mais pode decifrar, ou usar linguagem particular inacessível, ou complicar por complicar etc. (2015 p. 40)

Mesmo após as explicações, em sala de aula e no grupo, e as interações ocorridas, o segundo vídeo de alguns grupos não apresentou exatamente o esperado pelo professor. No entanto, “não conseguindo

resolver o problema, o trabalho não deixa de valer a pena pelas descobertas imprevistas que o proporciona” (PONTE, BROCARD, OLIVEIRA, 2013 p. 17).

A partir de então, considerando que o trabalho foi importante para desenvolver o pensar dos alunos, pois, estes trabalharam com a formulação de conjecturas, falhando no momento de refiná-las, optou-se por aceitar a segunda versão dos vídeos e, então, em sala de aula, discutir o raciocínio que fora empregado para resolver o problema dos 35 camelos.

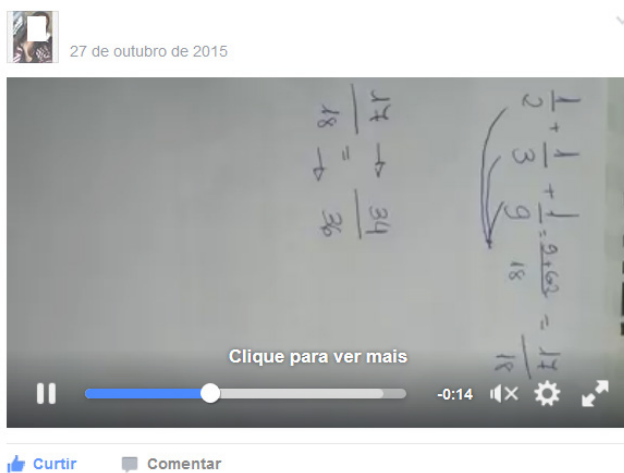


Figura 11. Recortes de postagens no grupo F@ceMAT.

Fonte: <https://www.facebook.com/groups/716534575142642/>

Os alunos “A”, “AC” e “V” conseguiram efetuar corretamente os cálculos, apresentando que a soma das frações $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{9} = \frac{17}{18}$ e que essa fração equivale a $\frac{34}{36}$, de acordo com a figura 11. No entanto, muitos não deixaram claro nos seus vídeos que o denominador 36 corresponde aos 35 camelos da herança, mais o camelo que foi adicionado pelo homem que calculava e, que 34 corresponde aos camelos que os três filhos receberam pela herança. Assim $36 - 34 = 2$, corresponde aos dois camelos que o homem que calculava recebeu, um que ele mesmo havia colocado na divisão e o outro que resolvido o impasse.

Outro ponto que não ficou claramente exposto nos vídeos se refere ao fato de os irmãos terem recebido mais do que imaginavam e, mesmo assim

ter, sobrado um camelo. Em nenhum dos vídeos é mencionado que isso se deve ao fato de que as três frações somadas não correspondem a um inteiro, portanto, $\frac{17}{18}$.

A respeito da avaliação de uma investigação, PONTE, BROCARD, OLIVEIRA (2013) falam da importância das apresentações orais, quando alunos relatam aos professores e demais colegas o que foi produzido no percurso. Nesse caso, esta sugestão foi considerada, porém, em um formato de vídeo e, posteriormente, postagem no grupo.

É evidente que as tecnologias presentes em nosso dia a dia armazenam informações e nos apresentam, muitas vezes, de maneira bastante atrativa e de fácil acesso, o que nos faz refletir sobre aula copiada, fórmulas simplesmente aplicadas sem entendimentos e também listas de exercícios resolvidos, sem compreensão, puro treinamento. Para DEMO (2015) essa prática que certos professores de matemática desenvolvem com seus alunos é uma extensão do que fizeram com eles. Profissionais estes, resultado de um processo de domínio de conteúdos, sem qualquer questionamento reconstrutivo.

DEMO (2015 p. 20) cita que “a sala de aula clássica precisa ser repensada”. Portanto, sugere-se que a pesquisa e a investigação sejam práticas cotidianas, desenvolvidas através da leitura, interpretação, elaboração, cálculo, reformulação, testes, entre outros, buscando, assim, desenvolver o pensar. Sem esquecer que a interação entre os pares é imprescindível neste processo, conforme aponta figura 12.

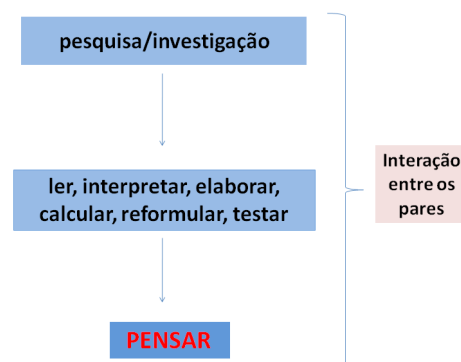


Figura 12. Resumo da proposta desenvolvida no F@ceMAT.

Fonte: autora.

A respeito do trabalho que a escola deveria fazer, pontua que: “nela nada se repassa mecanicamente. Antes, tudo precisa virar saber pensar” (DEMO, 2015 p. 30). Para D’AMBRÓSIO (2010), o rápido avanço que se presencia faz com que não se saiba como será o futuro e, portanto, o que será exigido, o que precisará saber. À vista disso, para ele, quem souber pensar, com certeza estará preparado para enfrentar os desafios impostos por um amanhã incerto.

Até então, segundo ALARCÃO (2011), ser aluno é ser aprendiz. Aprender ao longo da vida. O que não é contemplado, nem estimulado com práticas que se resumem a decoreba e treinamento. Por isso, ressalta-se e enfatiza-se a pesquisa e a investigação como práticas cotidianas que estimulam o pensar e, portanto, aprender continuamente.

5. Considerações finais

Esta investigação teve por base a preocupação pela escolha do conteúdo curricular números racionais, estudado pelos alunos na escola, porém, sabe-se que muitos saem do ensino formal sem o real entendimento do que é uma fração, dificuldade que muitas vezes se alastra até o Ensino Superior. Em se tratando da perspectiva de ensino desse e de outros conteúdos curriculares, muitos são concebidos como inquestionáveis, verdades absolutas, trabalhados através de metodologias, que se resumem a copiar e resolver listas de exercícios.

Nesse sentido, acredita-se que muitas das dificuldades em relação ao entendimento do conteúdo curricular aqui em discussão são justificadas pelas práticas de colorir figuras, operar com frações sem sentido, desvinculadas da realidade, metodologias comuns e ineficientes do ponto de vista da aprendizagem.

A escolha da turma também foi um desafio, pequena, mas repleta de dificuldades e adversidades, visivelmente merecedora de atenção. Portanto, conteúdo que muitos alunos apresentam dificuldade, turma “problema” e uma rede social, considerada por muitos como espaço para diversão e bate-papo com amigos, formaram o tripé para desenvolver o

pensar, que foi o que se buscou nesse espaço e com estes alunos, usando como aporte o conteúdo citado.

Em suma, esse espaço virtual oportunizou o ensino e a aprendizagem dos números racionais de maneira diferenciada, utilizando o *Facebook* para troca, aprofundamento, construções, entre outros, partindo de propostas diversificadas, como foi analisado. Assim, esses alunos, considerados apáticos, pouco questionadores e participativos, demonstram-se diferentes, a realidade foi modificando-se e aos poucos foram envolvendo-se com as atividades e aumentando a participação, que até então estava relacionada a cobrança do professor.

Ainda, sem deixar de mencionar que, em sala de aula, também a realidade foi se modificando e, expressões como “não sei fazer” foram dando espaço às expressões como “eu vou tentar”, “é assim?”. Enfatiza-se que independente da metodologia adotada pelo professor, a dedicação do aluno, que geralmente está atrelada às propostas que lhe são apresentadas, é de suma importância nos processos de ensino e aprendizagem, sendo condição fundamental para a construção do conhecimento.

Por fim, pontua-se como positiva essa investigação considerando o objetivo que se propôs, pois possibilitou aos alunos aprender mais sobre os números racionais e desenvolver o pensar por meio de atividades de pesquisa e investigação, contribuindo para modificar o paradigma tradicional de ensino da Matemática.

Referências Bibliográficas

- ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. Cortez, São Paulo, Brasil. 2011.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. MEC, Brasília, Brasil. 1998.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da educação Nacional. LDB 9394/96. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 02 set. 2015.
- BORBA, M. C.; SILVA, R.S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática**. Autêntica, Belo Horizonte, Brasil. 2015.

- COSTA, M. V. (org). **A escola tem futuro?** DP&A, Rio de Janeiro, Brasil. 2003.
- D'AMBRÓSIO. U. **Educação Matemática: da Teoria à prática.** 19 ed. Papirus, Campinas, SP, Brasil. 2010.
- DEMO, P. **Metodologia da Investigação em Educação.** Ibepex, Curitiba, Brasil. 2005.
- DEMO, P. **Educar pela pesquisa.** Editora Autores Associados, Campinas, Brasil. 2015.
- FELCHER, C. D. O; PINTO, A. C.; FERREIRA, A. L. A. O uso do Facebook como Ambiente Virtual de Aprendizagem para o ensino dos números racionais. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 6, n. 10, pp. 246-271. 2017.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6 ed. Atlas, São Paulo, Brasil. 2012.
- GOMES, M. L. M. **História do ensino da Matemática: uma introdução.** CEAD-UFMG, Belo Horizonte, Brasil. 2012.
- GONZÁLES, J, ARRIECHE, M. Significados Institucionales y Personales de las Fracciones em Educación Básica. In: **Acta Latino Americana de Matemática Educativa.** v. 18. México. 2005.
- HAYDT, R. C. C. **Avaliação do processo ensino-aprendizagem.** Ática, São Paulo, Brasil. 1998.
- IRWIN, C. K. Using Everyday Knowledge of Decimals to Enhance Understanding. **Journal for Research in Mathematics Education.** Auckland, v. 32, n. 4, pp. 399-420. 2001.
- LOPES, A. J. O que os Nossos Alunos Podem Estar Deixando de Aprender sobre Frações, quando Tentamos Ensinar Frações. **Revista Bolema**, Rio Claro, SP, n. 31, pp. 1-22. 2008.
- MARANHÃO, M. C; IGLIORI, S. B. C. Registros de representação e números racionais. In: MACHADO, S. D. A. **Aprendizagem em matemática - registros de representação semiótica.** Papirus, São Paulo, Brasil. 2003, pp. 57-70.
- MENEGHETTI, R. C. G; NUNES, A. C. A. Aplicação de uma proposta pedagógica no ensino dos números racionais. **Educação Matemática em Revista**, n. 20-21, pp. 77- 86, 2006.
- PRIMO, A. **Interação mediada por computador.** Sulina, Porto Alegre, Brasil. 2011.
- PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações Matemáticas na Sala de Aula.** 3 ed. Autêntica, Belo Horizonte, Brasil. 2013.
- RICKES, J., SILVEIRA, D. Material concreto manuseável: um motivador para o ensino de frações. In.: FONSECA, M.S. *et al.* (org). **Matemáticas: educação e pesquisa.** Ed. Da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil. 2014. pp. 106-123.
- SELBACH, S. **Matemática e didática.** Vozes, Petrópolis, Brasil. 2010.
- THIOLLENT, M. **A metodologia da pesquisa-ação.** Cortez, São Paulo, Brasil. 2011.
- TOLEDO, M.; TOLEDO, M. **Teoria e prática de Matemática: como dois e dois.** FTD, São Paulo, Brasil. 2009.
- TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, pp. 443-466, set./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>>. Acesso em: 01/12/2014.
- YIGOTSKY, L. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** Martins Fontes, São Paulo, Brasil. 1998.



LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL DESDE LOS FUNDAMENTOS DE LA MEDIACIÓN DIDÁCTICA EN DOCENTES EN FORMACIÓN EN CIENCIAS

THE IMPLEMENTATION OF EXPERIMENTAL ACTIVITY FROM FOUNDATIONS OF TEACHING MEDIATION IN PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS

A APLICAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL DESDE OS FUNDAMENTOS DA MEDIÇÃO DIDÁTICA EM LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS

Claudia Marcela López Benavides^{*}, Linda Dayana Ramírez Acosta^{}, Édgar Andrés Espinosa Ríos^{***}**

Cómo citar este artículo: López Benavides, C. M., Ramírez Acosta, L. D., Espinosa Ríos, E. A. (2018). La implementación de la actividad experimental desde los fundamentos de la mediación didáctica en docentes en formación en ciencias. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 13(2), 251-271. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.12444>

Resumen

En este artículo se presentan resultados de investigación como producto de un proceso de formación desarrollado en un curso dirigido a estudiantes de últimos semestres de la Licenciatura en Educación con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, de la Universidad del Valle. El propósito es determinar cómo los fundamentos de la mediación didáctica contribuyen a la implementación de las actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en docentes en formación. Para lograrlo se realizó la observación y análisis de clases de docentes en formación en el contexto del curso y en ambientes escolares. Para lo anterior, se tiene como enfoque metodológico el estudio de caso mediante el seguimiento a dos docentes en formación, matriculados en el curso de Mediación Didáctica de las Ciencias Naturales, ofrecido durante un semestre, con una intensidad horaria de 3 horas semanales en 16 sesiones. Lo anterior implica, la consideración y desarrollo de cuatro momentos: 1) caracterización académica de los docentes en formación; 2) cualificación de los docentes en formación, 3) análisis de los registros fílmicos de las clases realizadas por los docentes en formación; 4) registro de la información, el análisis y

Recibido: 29 de agosto de 2017; aprobado: 07 de febrero de 2018

* Estudiante de pregrado de Licenciatura Básica en Ciencias Naturales con énfasis en Educación Ambiental, Universidad del Valle. Correo electrónico: claudia.marcela.lopez@correounivalle.edu.co

** Estudiante de pregrado de Licenciatura Básica en Ciencias Naturales con énfasis en Educación Ambiental, Universidad del Valle. Correo electrónico: linda.dayana.ramirez@correounivalle.edu.co

*** Profesor de la Universidad del Valle; licenciado en Biología y Química; especialista en la Enseñanza de las Ciencias Naturales; magíster en Educación con énfasis en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Grupo interinstitucional *Ciencia, Acciones y Creencias (UPN-UV)*, Cali, Colombia. Correo electrónico: andres.espinosa@correounivalle.edu.co

las conclusiones. Podemos destacar que uno de los principales aspectos observados está relacionado con las concepciones disciplinares, pedagógicas y didácticas que poseen los docentes, evidenciables en la planificación y desarrollo de las actividades experimentales desarrolladas en las clases. Vimos una importante oportunidad para que los docentes en formación reflexionaran y cuestionaran las estrategias utilizadas abriendo paso al diseño de procesos de enseñanza auténticos y significativos.

Palabras clave: formación, mediación, enseñanza, actividad experimental.

Abstract

This paper presents research results as a product of an educational process developed in a course with pre-service students in a course of Education with an emphasis in Natural Sciences and Environmental Education at Universidad del Valle. The purpose was to determine how the foundations of didactic mediation contribute to the implementation of experimental activities for the teaching of natural sciences in teachers education. To achieve this, the observation and analysis of classes of teachers in training were carried out in the context of the course and in school environments. For the above, the methodological approach is the case study by monitoring two teachers in training, enrolled in the subject of Teaching Mediation of Natural Sciences, offered during a semester, with an intensity of 3 hours per week in 16 sessions. The above implies the consideration and development of four moments: 1) academic characterization of teachers in training; 2) qualification of the teachers in training, 3) analysis of the film records of the classes carried out by the teachers in training; 4) record information, analysis, and conclusions. We can emphasize that one of the main aspects observed is related to the disciplinary, pedagogical and didactic conceptions that the teachers possess, evident in the planning and development of the experimental activities developed in the classes. We observed an important opportunity for teachers in training to reflect and question the strategies used, opening the way to the design of authentic and meaningful teaching processes.

Keywords: training, mediation, teaching, experimental activity.

Resumo

Este artigo apresenta resultados de pesquisa como produto de um processo de formação desenvolvido em um curso Licenciatura em Educação, com ênfase em Ciências Naturais e Educação Ambiental na Universidad del Valle. O objetivo foi determinar como os fundamentos da mediação didática contribuem para a implementação de atividades experimentais para o ensino de ciências naturais em professores em formação. Para tanto, a observação e análise das aulas dos licenciandos foi realizada no contexto do curso e nos ambientes escolares. Para isso, desenvolvemos um estudo

de caso, acompanhando dois professores de estudantes matriculados na disciplina de mediação educacional de ciências naturais, oferecido durante um semestre, com uma intensidade horária de 3 horas por semana em 16 sessões. O exposto implica a consideração e desenvolvimento de quatro momentos: 1) caracterização acadêmica dos professores em formação; 2) qualificação dos professores em formação; 3) análise dos registros fílmicos das aulas realizadas pelos professores em formação; 4) registro de informações, análises e conclusões. Podemos enfatizar que um dos principais aspectos observados está relacionado com os conceitos disciplinares, pedagógicos e didáticos que têm professores, evidentes no planejamento e desenvolvimento de atividades experimentais em sala de aula. Vimos uma importante oportunidade para os professores em formação refletirem e questionarem as estratégias utilizadas, abrindo caminho para o desenho de processos de ensino autênticos e significativos.

Palabras clave: formação, mediação, ensino, atividade experimental.



Atribucion, no comercial, sin derivados

[253]

Introducción

ÁLVAREZ (2012, citado por RÍOS, 2016) manifiesta que muchas de las acciones que el docente lleva a cabo en el aula no favorecen los procesos de enseñanza/aprendizaje, en la medida en que no se establece una relación clara entre el conocimiento educativo y la realidad. De otra parte, GARCÍA (2017) señala que los docentes en formación muestran una actitud reacia al considerar las actividades experimentales como parte de sus planes de enseñanza. Por tanto, la ejecución de estas puede terminar en la obtención de resultados poco satisfactorios para el docente, lo que provoca su abandono como estrategia de enseñanza.

De lo anterior inferimos que los procesos de formación docente deben estar guiados por dos ejes articulados entre sí: la formación conceptual y la formación práctica. Por lo general, se le da mayor relevancia a la fundamentación teórica y adicionalmente se suele trabajar de manera desarticulada. Con frecuencia, el docente en formación se enfrenta a situaciones cotidianas en el aula que le exigen la implementación de la teoría aprendida durante su formación; sin embargo, se encuentra con grandes dificultades al momento de realizarlo. Este hecho le genera al maestro choques conceptuales, pero también confusión sobre la importancia de comprender cierta teoría para resolver los problemas prácticos que enfrenta. Por ello, en este trabajo nos proponemos estudiar cómo colaborar para que el docente encuentre un equilibrio entre el conocimiento teórico y el práctico a fin de enfrentar la diversidad de situaciones que se pueden presentar en el aula.

Partimos de que las estrategias empleadas por los docentes, especialmente en el desarrollo de actividades experimentales, no contribuyen a un adecuado proceso de mediación. De una parte, es común ver en el ejercicio docente la poca utilización de prácticas experimentales, y en el caso en que se dan es común ver que se trabajan desde guías predeterminadas que no logran una correcta mediación entre la teoría y la práctica. Así lo muestran MENGASCINI, MORDEGLIA (2014), quienes indican que los maestros

otorgan poca relevancia al desarrollo de prácticas experimentales en la enseñanza de las ciencias, debido a su desconocimiento del diseño y ejecución de estas; por tanto, las reemplazan por otras estrategias como la resolución de problemas de lápiz y papel y el constante apoyo del libro de texto. Sin embargo, cuando se realizan, según GARCÍA, CRIADO, CRUZ (2018), se orientan a ilustrar el conocimiento científico teórico abordado previamente en la clase, dándole prioridad al desarrollo conceptual, sobre los desarrollos procedimentales y actitudinales.

PARRA (2010) muestra que la mediación del profesor a través de una herramienta de enseñanza, permite al docente aprender a organizar la información y desarrollar estructuras cognitivas adecuadas al área de conocimiento que enseña. Simultáneamente, el estudiante puede organizar y desarrollar procesos de aprendizaje y de aplicación a su realidad. De ahí la importancia de que los docentes en formación aprendan a identificar acciones alternativas para enfrentar la planeación de la clase.

En consecuencia, realizamos una investigación con dos docentes en formación de la Licenciatura en Educación Básica en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad del Valle, teniendo como derrotero la siguiente pregunta: ¿Cómo los fundamentos de la mediación didáctica contribuyen a la implementación de las actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en docentes en formación?

Para responder este cuestionamiento, empleamos como referente metodológico el estudio de caso por medio del siguiente proceso; 1) caracterización de los docentes en formación, 2) etapa de formación docente desde los fundamentos de la mediación didáctica, 3) análisis de sus registros fílmicos en los cuales los docentes en formación implementan las prácticas experimentales, 4) análisis de la información a partir de dos matrices o rejillas y conclusiones. Allí evidenciamos que una de las razones de la ineficacia de la implementación de las actividades experimentales en el aula está supeditada a las concepciones del docente y, a su vez, está determinada en gran medida por sus experiencias frente a la implementación, de

ahí la importancia de reconstruir su conocimiento y reflexionar sobre su quehacer en el aula. Además, resaltamos la importancia de los fundamentos de la mediación didáctica al momento de implementar las diversas estrategias didácticas.

1. Marco teórico

1.1 La importancia de la mediación en los procesos de formación docente

La educación actualmente se encuentra influenciada por muchos factores como el contexto social, en él se encuentran problemas a nivel de aula que van desde aspectos conceptuales hasta sociales, a los cuales el profesor se enfrenta diariamente. A estas situaciones se les suman las exigencias académico-administrativas que las instituciones y el sistema educativo han impuesto en los procesos educativos, que es de aclarar no son en su totalidad negativos. Sin embargo, estas exigencias han llevado al profesor a concentrarse en diligenciar formatos y dejar en ocasiones los procesos educativos con sus estudiantes, olvidándose de “la construcción de un conocimiento científico escolar a partir del desarrollo de las habilidades o competencias cognitivas y la formación del educando como un ser que es miembro de una sociedad” (RÍOS, 2016 p. 110), aspecto que debe ser tenido en cuenta por el profesor, pues este no solo debe formar en conocimiento científico, sino que debe formar personas íntegras y críticas para la sociedad.

Los profesores en formación se encuentran frente a dificultades que se reflejan en su práctica educativa, algunas de carácter conceptual y pedagógico, pues el docente en formación no profundiza sobre la realidad con la que se encontrará en su práctica educativa a partir de los cursos que toma durante su formación, lo cual conlleva a desligar la formación disciplinar con su práctica educativa. Esto muestra que

[las] conexiones y relaciones que siempre se buscan establecer en los procesos de mediación didáctica

se han convertido en uno de los principales obstáculos para mejorar la enseñanza y el desarrollo profesional del docente, pues se ha observado una ruptura entre el decir (teoría) y el hacer (práctica). (ÁLVAREZ, 2012, citado por RÍOS, 2016)

Además, el profesor en formación se enfrenta a diversos problemas educativos entre los que se destacan: la motivación que presentan los estudiantes, el éxito educativo, la educación en valores, entre otros. Esto les exige reflexionar sobre la esencia del quehacer docente tanto en su formación como en la etapa de desarrollo profesional (TÉBAR, 2009). En este punto, la mediación cumple un papel fundamental en la educación, pues no solo le permite al profesor reflexionar sobre su práctica educativa, sino sobre la relación entre el aula de clase y la comunidad educativa y viceversa, pues esta es necesaria para mejorar los procesos de enseñanza/aprendizaje.

Para mejorar la enseñanza/aprendizaje teniendo en cuenta la relación aula de clase y comunidad educativa surge la mediación como la estrategia para lograrlo, en la medida en que permite “construir habilidades en el mediador para lograr su plena autonomía” (TÉBAR, 2009 p. 68). Al activar estas habilidades, el estudiante (mediado) debe aprender a observar la realidad escolar desde la perspectiva del ejercicio de la enseñanza y así proyectar su quehacer hacia la contribución en la construcción de sociedad. Igualmente, la mediación le facilita planear sus clases de tal forma que construya conocimiento científico y social.

Considerar la mediación como parte de los procesos de enseñanza/aprendizaje implica tener claros los objetivos de cada clase, identificar las dificultades de aprendizaje en sus estudiantes, fomentar la participación grupal e individual, favorecer el trabajo en grupo y la cooperación, indagar los conocimientos previos, adaptar los contenidos a las capacidades de los estudiantes, seleccionar estrategias que favorezcan la mediación, fomentar la búsqueda y la investigación, promover la formulación de preguntas e hipótesis (TÉBAR, 2009), entre

otros. Estos elementos posibilitan en el profesor un análisis general de sus clases siempre en pro del mejoramiento continuo de ellas y de su práctica educativa.

En ese sentido, la mediación didáctica se debe entender como un proceso que ayuda a establecer una relación entre el docente y los estudiantes de forma colaborativa a partir de contextos reales. De esta forma, el docente puede reflexionar sobre su quehacer diario con mayor facilidad (TÉBAR, 2009). Por su parte, el estudiante desarrolla habilidades que le permiten el desarrollo de su autonomía, donde no solo el docente es quien propone el conocimiento, sino que el estudiante en una relación constante, genera un proceso de retroalimentación favoreciendo el mejoramiento continuo de la mediación.

1.2 El proceso reflexivo de la enseñanza como elemento de mejoramiento continuo

Los cambios actuales de la sociedad demandan de procesos de enseñanza dinámicos que respondan a dichas transformaciones. En consecuencia, se redefine el papel del maestro; entendiendo que su responsabilidad va más allá de la mera aplicación de estrategias en el aula (RÍOS, 2016). Tal como lo expone SCHÖN (1983, citado por CASSIS, 2011) se requieren profesionales docentes habilitados para la práctica reflexiva y capaces de reconocer las situaciones para actuar sobre ellas. En la medida en que un docente busca alternativas para atender a dichas situaciones va desarrollando más habilidades para reflexionar para, en y sobre la acción docente. En este sentido, la actividad del docente en el aula no es entendida desde la tecnicidad, sino desde una acción cambiante que requiere de un papel activo por parte del maestro.

A partir de ello, LIMA (2002) considera que la práctica reflexiva por parte del docente cobra relevancia dado que le permite hacer frente a las situaciones cambiantes en los procesos de enseñanza/aprendizaje. Así, puede adelantar prácticas educativas contextualizadas que logren enriquecer tanto la construcción de aprendizajes por parte de los

estudiantes como del maestro. A pesar de ello, el autor plantea que para algunos maestros resulta difícil llevar a cabo una práctica reflexiva, dado que se presentan algunos obstáculos relacionados con: a) la continuación de la racionalidad técnica y la mecánica irreflexiva; b) el uso de respuestas listas para los problemas diarios; c) la comprensión equivocada de lo que es un profesor reflexivo; d) la perseverancia del no en la práctica reflexiva, y e) no discutir la práctica reflexiva en el espacio colectivo. Sin embargo, este mismo autor considera que la práctica reflexiva del docente debe estar relacionada con la revisión de la actuación educativa, en la medida en que transforma de manera creativa e innovadora dicha actuación. Para ello se requiere que el docente se cuestione y sea crítico de su propia actividad, convirtiendo el quehacer educativo en un proceso enriquecedor y valioso tanto para los estudiantes como para el maestro, donde ambos puedan crecer en su formación. Por esto, la práctica reflexiva requiere de constancia y compromiso por parte del maestro.

1.3 La actividad experimental como estrategia de mediación

Comúnmente, se reconoce el papel de las actividades experimentales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias; para ESPINOSA, GONZÁLEZ, HERNÁNDEZ (2016) es una estrategia didáctica que favorece la construcción de conocimiento científico escolar. Las actividades experimentales son concebidas como una actividad escolar, en las que los estudiantes pueden predecir, observar, investigar, para favorecer la comprensión del mundo físico, a través de experiencias concretas, con los fenómenos o manipulando objetos, instrumentos y materiales (SCORE, 2013, citado por GARCÍA, CRIADO, CRUZ, 2018).

En este sentido, NEUS, ESPINET (1999, citados por MARÍN, 2010) proponen algunos objetivos o finalidades que pueden ser alcanzados con la actividad práctica experimental, como: a) proporcionar al estudiante la experiencia directa sobre los

fenómenos, y permitir que estos incrementen su conocimiento tácito acerca de los sucesos y eventos naturales; b) contrastar la abstracción científica ya establecida con la realidad, que aquella pretende describir, y así enfatizar en la condición problemática del proceso de construcción de conocimientos, y hacer que se manifiesten algunos obstáculos epistemológicos que fue necesario superar en la historia del quehacer científico y que, en cambio, suelen ser omitidos en la exposición escolar del conocimiento científico actual; c) familiarizar a los estudiantes en elementos de carácter tecnológico, con los cuales desarrollar su competencia técnica; d) afianzar el razonamiento práctico, es decir el propósito durante la actividad se desarrolla de forma progresiva logrando su comprensión.

Así mismo, CRUZ, PEÑA (2013) y ESPINOSA, GONZÁLEZ, HERNÁNDEZ (2016) consideran la actividad experimental como una estrategia que media los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales; en la medida en que facilita al docente, organizar temporal y espacialmente ambientes de aprendizaje, para posibilitar en el estudiante acciones psicomotoras y de práctica de la ciencia, a través de la interacción con materiales e instrumentos, y el fortalecimiento de las interacciones estudiante/estudiante y maestro/estudiante. En este sentido, la actividad experimental lleva al estudiante, a participar en la construcción de su aprendizaje, dado que este ejerce un rol activo, en la medida en que se genera preguntas acerca de los fenómenos observados, y se enfrenta a situaciones que no solo favorecen la comprensión de los conceptos científicos, sino también, según DEL CARMEN (2011), el desarrollo de habilidades y destrezas como la observación, la formulación de preguntas e hipótesis, la realización de experimentos y la elaboración de conclusiones, promoviendo el desarrollo de conceptos y habilidades de razonamiento lógico, que le permitan al estudiante atender a las situaciones de su entorno. Sin embargo, MERINO, HERRERO (2007) manifiestan que las prácticas experimentales no son potencializadas, dado que, por lo general, los maestros se limitan a llevar

a cabo actividades experimentales demostrativas o ilustrativas de la teoría, brindando pocas posibilidades de participación a los estudiantes.

En este sentido, es fundamental el papel del maestro en la utilización de dicha estrategia, dado que la construcción de conocimiento está mediada por él en su práctica educativa. Así, como sujeto experto, debe guiar las acciones del estudiante inexperto, hacia la construcción de aprendizajes (ESPINOSA, GONZÁLEZ, HERNÁNDEZ, 2016). Para ello, es necesario que el docente diseñe y emplee mecanismos que conlleven procesos significativos y asertivos (CAPONI, 2004, citado por SOTO, BARBOSA, 2015); identifique los obstáculos y proponga alternativas de acción; fomente la participación activa, el trabajo cooperativo, el intercambio de ideas y puntos de vista; optimizando los recursos e información disponible; para mediar el aprendizaje de los estudiantes desde el trabajo experimental.

2. Metodología

La presente investigación se realiza con una pareja de docentes en formación, de últimos semestres, de la Licenciatura en Educación con énfasis en Ciencias Naturales, de la Universidad del Valle, en el marco del curso de Mediación Didáctica de las Ciencias Naturales, ofrecido como electiva profesional. Su desarrollo consiste en el análisis de la implementación de clases en ciencias naturales, tres microclases durante el desarrollo del curso y tres clases realizadas en contextos escolares, cada una de ellas en momentos diferentes, de tal forma que se tenga tiempo para reflexionar sobre la experiencia en cada una de ellas y contribuir de forma significativa en los procesos de formación. Cabe señalar que el estudio se realizó teniendo en cuenta las acciones en conjunto de la pareja de docentes.

Se utiliza como referente metodológico el estudio de caso. De acuerdo con STAKE (2005, citado por RÍOS, 2016), "el estudio de casos es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes [...] su

objetivo básico es comprender el significado de una experiencia” (p. 16).

Para llevar cabo el estudio de caso, se tienen en cuenta varios momentos asociados a la caracterización de los docentes en formación, etapa de formación docente desde los fundamentos de la mediación didáctica, análisis de sus registros fílmicos en los cuales los docentes en formación implementan las prácticas experimentales, análisis de la información efectuado a partir de dos matrices o rejillas y conclusiones.

Finalmente, esta investigación será el producto de la recolección y análisis de la información obtenida, a través de algunas técnicas de recolección de información, como los registros fílmicos, la observación de clases, y la aplicación de dos matrices o rejillas; una de ellas, tomada de RÍOS (2016) y una adaptación a la rejilla anterior. Además, de las reflexiones de los profesores en formación sobre el proceso y la experiencia como docentes, que permitan reconocer la mediación como un proceso que favorece la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.

2.1 Diseño metodológico

El primer momento consiste en la caracterización de la pareja de docentes de últimos semestres de la Licenciatura en Educación con énfasis en Ciencias Naturales de la Universidad del Valle, a través de la revisión del pénsum académico, con el propósito de evidenciar una homogeneidad en la formación académica de los docentes analizados.

En el segundo momento se muestra la importancia del perfeccionamiento de la práctica docente a través de su formación; por esto se presentan los elementos a tener en cuenta para que el desarrollo de una clase de ciencias se aproxime a una clase mediada, valiéndose de elementos y estrategias que fortalezcan los procesos educativos en los profesores en formación, si bien es de aclarar que estos elementos se afianzan con la experiencia que el docente vaya adquiriendo, y se obtienen a partir de los ejes que se trabajan en el curso de Mediación

Didáctica en las Ciencias ofrecido para los docentes en formación de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad del Valle.

El tercer momento consiste en el análisis de los registros fílmicos de las clases realizadas por los docentes en formación, a través de la implementación de dos matrices; en la primera se analizan las clases, teniendo en cuenta las siguientes categorías: a) *estructura de la clase*; b) *ambientes de aprendizaje* y c) *ambientes de enseñanza*. En la segunda matriz se aborda el papel de la actividad experimental desde los fundamentos de la mediación didáctica. Para ello, se tendrán en cuenta las categorías: a) *planificación de la actividad experimental* y b) *aplicación de la actividad experimental*.

Finalmente, en el cuarto momento se plantean las conclusiones.

2.2 Desarrollo del diseño metodológico

2.2.1 Primer momento: caracterización de los docentes en formación

La Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación ambiental, ofrecido en la Universidad del Valle, de la ciudad de Cali, proporciona una formación fundamental acerca de las diversas problemáticas de carácter científico y pedagógico que tienen relación con la formación básica en ciencias naturales y la educación ambiental.

En este sentido, el programa académico considera varios tipos de conocimientos que contribuyen a la formación integral del educador, como: socioambiental, científico, pedagógico y didáctico. De esta manera, los estudiantes de últimos semestres han generado saberes básicos disciplinares en biología y química, a través de cursos como: “Biología general”, “Bioquímica”, “Fisiología humana”, “Zoología de invertebrados y vertebrados”, “Teoría evolutiva y microbiología”, “Química I y II”, “Principios de química orgánica” y sus respectivos laboratorios. Con relación al conocimiento pedagógico, se encuentran asignaturas como: “Contexto educativo y pedagógico de las ciencias naturales”, “Contexto curricular de las ciencias naturales”, “Modelos pedagógicos”,

“Líneas de investigación”, entre otros. Por su parte, en el conocimiento didáctico, se encuentran los siguientes cursos: “Modelos didácticos”, “Historia y enseñanza de las Ciencias Naturales”, “Diseño y uso de materiales”, “Diseño y uso de textos”.

Desde el conocimiento socioambiental, se encuentran asignaturas como: “Ecología general”, “Historia de la educación ambiental”, “Cultura del paisaje”, “Educación ambiental y desarrollo sostenible”, “Problemas ambientales I y II”, y “Proyectos ambientales escolares”.

A partir de la información anterior, se puede establecer que los estudiantes de último semestre han tenido la misma formación; sin embargo, aunque los estudiantes hayan aprobado los cursos, no significa que la construcción de conocimientos sea la misma, no obstante, la información anterior proporciona una garantía de que la pareja de estudiantes posee una base conceptual similar (RÍOS, 2016).

Cabe mencionar que los docentes participantes en la investigación accedieron voluntariamente a participar en el presente estudio. De este modo, la pareja de docentes trabaja en conjunto, con el objetivo de promover el trabajo colaborativo, al momento de planear y desarrollar las clases de ciencias; además de fortalecer la reflexión frente a las acciones realizadas en el aula de clases. Los docentes en formación, que son parte de la muestra, trabajan en conjunto, participan en el presente estudio.

2.2.2 Segundo momento: formación de docentes

La formación docente es un factor que se ha limitado al diseño de espacios en los que se pueda cultivar al profesor en formación desde un ámbito teórico, relegando o dejando de lado el fortalecimiento y afianzamiento de la práctica. A partir de lo anterior, se mencionan los elementos que se tienen en cuenta en el curso de “Mediación didáctica de las ciencias naturales”, ofrecido a estudiantes de la Licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias Naturales, los cuales contribuyen a su formación, desde los principios de la mediación:

- Formación docente: propicia el pensamiento crítico y actitudes que llevan al docente en formación a comprender diferentes procesos que se dan en el aula; además, el docente genera conciencia de su quehacer diario entendiendo que la mediación didáctica aporta en la enseñanza/aprendizaje de las ciencias no solo quedándose en un ámbito teórico, sino generando vínculos fuertes con la práctica (RÍOS, 2016).
- Mediación didáctica: al ser la escuela el lugar donde se construye el conocimiento de manera formal, y siendo esta un escenario de interacción, la mediación abre el espacio de relación social en el interior de la clase, promoviendo que el docente en formación, se dote de herramientas que le faciliten aprehender los procesos de enseñanza/aprendizaje, teniendo en cuenta no solo elementos conceptuales, sino de estructura de la clase, del lenguaje usado en ella y de materiales didácticos que lo llevan a mejores procesos de mediación y reflexión sobre su quehacer.

Entender el carácter teórico-práctico de la formación docente es un elemento vital para lograr en el docente una conciencia de su proceso formativo, de tal forma que lo aprendido no se quede en un abstracto a la hora de enfrentarse a un escenario real de educación, sino que se vincule a la realidad que en ese escenario se presenta, de modo que integra factores sociales, emocionales y físico-creativos, que hacen de la enseñanza un proceso complejo que le exige al docente pensarse y reflexionar sobre su práctica educativa diaria.

Por lo anterior, el curso bajo el que se desarrolla esta investigación busca potenciar dos ejes fundamentales en la formación del docente, el conocimiento académico y el conocimiento que construye a través de la práctica. Por tal razón se desarrollan con el docente en el campo de acción, lo que facilita que él realice clases al frente de sus compañeros y también en un contexto escolar. Así, se evidencian problemas en torno a la educación y la forma como el docente en formación actuaría. En este punto se

reconoce la mediación, pues el profesor en su papel de mediador hace de la interacción su herramienta para aprender a comprender lo que ocurre en el aula de clase y cómo enfrentarse a las diferentes situaciones.

2.2.3 Tercer momento: resultados y análisis de clases

Se presentan todos los resultados obtenidos con su correspondiente análisis, los cuales serán desarrollados en el apartado de resultados y análisis de las microclases, teniendo en cuenta aspectos de la clase y la aplicación de las actividades experimentales como estrategia didáctica.

3. Resultado y análisis de microclases

3.1 Resultado y análisis de implementación de la rejilla de observación de clases

A continuación, en la tabla 1, se presentan los resultados obtenidos de las clases realizadas durante el curso por la pareja de docentes en formación. Los valores presentados son resultado de la implementación de la matriz tomada de RÍOS (2016) (véase anexo 1).

Los resultados se analizan a partir de las categorías que comprende la matriz, estas son las estructuras de la clase, ambientes de aprendizaje y ambientes de enseñanza. La categoría de estructura

de clase se refiere a los aspectos generales de una clase como lo es su estructura, la pertinencia de la secuencia de clase, la coherencia entre los objetivos de clase y el desarrollo de la misma; en la segunda categoría, que trata de los ambientes de aprendizaje, se busca identificar los comportamientos de los estudiantes a partir de las acciones del docente en la enseñanza, y la tercera se centra en las acciones y estrategias del profesor durante la clase.

3.1.1. Categoría 1. Estructura de la clase

Esta categoría muestra aspectos fundamentales de una clase, como lo son el inicio, el desarrollo y el cierre, lo cual permite al docente reflexionar sobre la pertinencia y relevancia de su clase.

De esta manera, se identifica, en términos generales, que los docentes en formación, presentan mejoría, con relación al desarrollo de dicha categoría. Así, los docentes, obtienen una valoración de “satisfecho (S)”, en las dos primeras clases (clase #1 y clase #2), y en la última, una valoración de “muy satisfecho (MS)”.

Teniendo en cuenta los resultados en dicha categoría, los docentes en formación presentan avances en algunas subcategorías, relacionadas con el cierre de la clase; donde a pesar de haber dificultades en las dos primeras clases, se dio una notable mejoría en la última clase, donde el cierre fue adecuado y a tiempo. Sin embargo, en otras subcategorías, como el lenguaje utilizado, no se observan cambios

Tabla 1. Valoración del proceso de enseñanza de los docentes en formación durante el curso.

Docentes en formación						
Categoría	Clase #1	Valoración	Clase #2	Valoración	Clase #3	Valoración
Estructura de la clase	39/50	Satisfecho	35/50	Satisfecho	48/50	Muy satisfecho
Ambiente de aprendizaje	23/35	Satisfecho	23/35	Satisfecho	28/35	Satisfecho
Ambiente de enseñanza	39/75	Algo satisfecho	39/75	Algo satisfecho	52/75	Satisfecho

Fuente: adaptada de RÍOS, 2016.

significativos, dado que los docentes en formación mantuvieron un lenguaje muy técnico frente al tema, no relacionado con el mundo cotidiano del estudiante, lo cual contribuye a la consideración de la ciencia, por parte de estos últimos, como un conocimiento difícil, que posee poca relación con su entorno.

3.1.2 Categoría 2. Ambientes de aprendizaje

En esta categoría se analizan los comportamientos y actitudes que poseen los estudiantes con relación a lo realizado por el maestro en el aula. Para ello, se tienen en cuenta las siguientes subcategorías: los aprendizajes son construidos desde los conocimientos previos, los estudiantes participan en el proceso de aprendizaje, los estudiantes trabajan concentradamente y orientados hacia la resolución de actividades, se observa interacción entre los estudiantes en el transcurso de la clase.

En términos generales, se identifica que los docentes en formación mantienen una valoración constante en la categoría ambientes de aprendizaje, encontrándose que, en las tres clases realizadas obtuvieron una valoración de “satisfecho”.

En este sentido, los docentes en formación presentan mejoras en las subcategorías relacionadas con la consideración de las temáticas abordadas en otras clases, y la participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, e interacción entre los mismos. Este último aspecto fue potencializado progresivamente, en la última clase, debido a la agrupación de los estudiantes en pequeños grupos de trabajo. No obstante, se identifica que los docentes en formación no avanzaron en subcategorías, como la consideración de las ideas previas de los estudiantes, ya que, en el desarrollo de sus tres clases, no se evidenció dicho reconocimiento.

A partir de ello, resulta importante que los profesores en formación analizados, identifiquen e integren las ideas previas de los estudiantes en el desarrollo de sus prácticas educativas, ya que estas ideas tienen gran influencia en la construcción de aprendizajes por parte de los estudiantes.

3.1.3 Categoría 3. Ambientes de enseñanza

En esta categoría, se pretende analizar el papel del docente desde los procesos de enseñanza que lleva a cabo, teniendo en cuenta el desarrollo de estrategias, su relación y constante diálogo con los estudiantes, además de la forma como aprovecha situaciones y actividades para una enseñanza efectiva y así mismo un proceso de aprendizaje significativo.

A lo largo de la realización de las tres clases, se encuentra, en términos generales, un avance con relación a la categoría de ambientes de enseñanza; encontrándose que los docentes en formación obtuvieron en las primeras dos clases una valoración de “algo satisfecho (AS)”, mientras en la clase #3, obtuvieron una valoración de “satisfecho”.

A partir de los datos obtenidos, se encuentra que los docentes poseen mejoras en algunas de las subcategorías relacionadas con la utilización de un diálogo continuo entre docente y estudiante, e implementación de estrategias que fortalezcan la interacción entre los estudiantes. Así, se evidenció que dichos aspectos se encontraron ausentes en la realización de las primeras clases; sin embargo, en la última clase, esos elementos se tuvieron en cuenta por los docentes en formación, de manera apropiada. No obstante, en algunas subcategorías como la consideración de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, y el desarrollo de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales en la realización de las clases, se encuentra que el avance es muy poco significativo. Dado que, por una parte, los docentes en formación plantean las temáticas de forma descontextualizada, contribuyendo a que el estudiante establezca poca relación entre el conocimiento científico y su cotidianidad. Por otra parte, los docentes centran la atención en el abordaje de contenidos conceptuales (leyes, conceptos y teorías), priorizados sobre el desarrollo de otros contenidos propios de la ciencia, como los procedimentales (habilidades y destrezas) y actitudinales, los cuales resultan ser de gran importancia para la construcción de conocimiento científico escolar.

3.2 Resultados y análisis de implementación de la rejilla sobre actividades experimentales

De igual manera, se analizó la implementación de la rejilla¹ adaptada a la fuente original de observaciones de clase, la cual estudia el papel de la actividad experimental desde los fundamentos de la mediación didáctica (véase anexo 2).

Los resultados se analizan a partir de las categorías que comprende la matriz, estas son: la planificación de la actividad experimental y la aplicación de la actividad experimental. En relación con la categoría sobre la planificación de la actividad experimental, se puede mencionar como aquella en la que se manifiestan aspectos de la enseñanza que el profesor tienen en cuenta para el desarrollo de sus clases, el propósito de la actividad y la relación de la actividad experimental con el contexto real del estudiante. La segunda categoría, sobre la aplicación de la actividad experimental, hace referencia tanto a la pertinencia de esta con la teoría enseñada y mediada por el profesor, como a los aportes a los estudiantes que la aplicación de la actividad experimental realiza, como el desarrollo de habilidades.

3.2.1 Categoría 1. Planificación de la actividad experimental

Esta categoría busca analizar algunos de los aspectos implicados en la construcción de actividades

experimentales. Para ello, se tienen en cuenta subcategorías relacionadas con el establecimiento de la temática a abordar, el propósito a desarrollar, la consideración de los materiales de apoyo y el acercamiento a la realidad del estudiante, a través de la realización de la actividad experimental.

En términos generales, se establece que los docentes en formación avanzaron en relación a la planificación de la actividad experimental; en ese sentido, la clase #1 y #2, donde se llevó a cabo la primera realización de actividades experimentales, ellos obtuvieron una valoración de “satisfecho (S)”, mientras en la clase #3, la valoración fue de “muy satisfecho (MS)”, como se muestra en la tabla 2.

En consecuencia, los docentes en formación mejoraron en algunas subcategorías, como el acercamiento a la realidad del estudiante a través de la actividad experimental, en la medida en que se plantearon situaciones cotidianas para el estudiante, las cuales favorecen no solo la comprensión de los conceptos científicos, sino también, la relación entre dicho conocimiento y los fenómenos que observa en su cotidianidad.

Cabe mencionar que algunas subcategorías, como el establecimiento de la temática a desarrollar y el propósito que se desea alcanzar, fueron aspectos que se mantuvieron constantes en la realización de la actividad experimental en la clase #1 y #2 y clase #3, dado que siempre, se establecieron al inicio de la clase, de forma clara.

Tabla 2. Valoración del proceso de enseñanza de los docentes en formación implementando las actividades experimentales.

Docentes en formación						
Categoría	Clase #1		Clase #2	Valoración	Clase #3	Valoración
Planificación de la actividad experimental	19/20	Satisfecho	20/25	Satisfecho	24/25	Muy satisfecho
Aplicación de la actividad experimental	41/95	Algo satisfecho	42/95	Algo satisfecho	60/95	Satisfecho

Fuente: adaptada de RÍOS, 2016.

1 La rejilla es una adaptación de RÍOS (2016) tomada de Zentralstelle für das Auslandsschulwesen/ Kultusministerkonferenz

3.2.2 Categoría 2. Aplicación de la actividad experimental

La presente categoría busca analizar ciertos aspectos que se ponen en juego en el momento de aplicar la actividad experimental. Así, se tienen en cuenta algunas subcategorías como la consideración de las ideas previas de los estudiantes al llevar a cabo la actividad, la consideración de los contenidos conceptuales, los contenidos procedimentales, atendiendo al trabajo de habilidades científicas y destrezas manuales o técnicas y de contenidos actitudinales; además, de la organización de los estudiantes al realizar la actividad, y la participación que se le brinda al estudiante en el desarrollo de la misma.

Teniendo en cuenta lo anterior, hay un avance en la categoría de aplicación de la actividad experimental: los docentes en formación, obtuvieron, en la clase #1 y #2, una valoración de “algo satisfecho”; mientras que en la clase #3 la valoración obtenida fue de “satisfecho”, como se muestra en la tabla 2.

De esta manera, se encuentra que los docentes en formación presentan un avance en subcategorías, relacionadas con la actividad experimental, potencian el trabajo en grupo/equipo y la interacción maestro/estudiante, al momento de organizar los estudiantes en grupos de trabajo, favoreciendo no solo la interacción entre los estudiantes, sino también la interacción, entre maestro-estudiante. Esto es un gran avance, dado que en la clase #1 y #2, la interacción entre estudiantes y maestro/estudiante

fue muy poco significativa. Otras de las subcategorías, en las que se observa un avance, son las relacionadas con que las actividades experimentales promueven en los estudiantes el generar preguntas acerca del tema, y la participación de estos en la actividad experimental, pues en comparación con lo evidenciado en la clase #1 y #2, tuvieron la oportunidad de realizar la experiencia y discutir acerca de lo visualizado. Sin embargo, a pesar de que los estudiantes llevan a cabo las tareas propuestas por los docentes, en la actividad experimental no se brinda la posibilidad de que los estudiantes formulen hipótesis o establezcan conclusiones, debido a que los docentes han brindado con antelación la respuesta a la que debe llegar y, por tanto, limitan la actividad experimental a la verificación de la teoría científica.

Además, los docentes en formación no presentaron un avance significativo en torno algunas subcategorías relacionadas con la consideración de las ideas previas, al llevar a cabo la actividad experimental, y el abordaje de contenidos procedimentales y actitudinales; que posibiliten a los estudiantes desarrollar habilidades, destrezas y actitudes frente a la ciencia.

3.3 Resultado y análisis de clases en contextos escolares

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las clases realizadas en una institución

Tabla 3. Valoración del proceso de enseñanza de los docentes en formación en una institución educativa.

Docentes en formación						
Categoría	Clase #1	Valoración	Clase #2	Valoración	Clase #3	Valoración
Estructura de la clase	41/50	Muy satisfecho	31/50	Satisfecho	33/50	Satisfecho
Ambiente de aprendizaje	28/35	Satisfecho	24/35	Satisfecho	25/35	Satisfecho
Ambiente de enseñanza	49/75	Satisfecho	40/75	Algo satisfecho	44/75	Algo satisfecho

Fuente: adaptada de RÍOS, 2016.

educativa de la ciudad de Cali en la básica primaria² por la pareja de docentes en formación. Los valores presentados en la tabla 3 son resultado de la implementación de la matriz tomada de RÍOS (2016) (véase anexo 1).

Los resultados a partir de la matriz se clasifican en tres categorías, en las cuales se analiza la estructura de la clase, los ambientes de aprendizaje y los ambientes de enseñanza.

3.1.1 Categoría 1. Estructura de la clase

En esta categoría se muestra el inicio, desarrollo y finalización de las clases de los docentes en formación teniendo en cuenta subcategorías en la que se identifica la pertinencia de sus clases.

De esta forma, se obtiene que los profesores en formación en las clases #2 y #3 tienen una valoración de “satisfecho” y en la clase #1 de “muy satisfecho”, esto se da porque hay un inicio, desarrollo y final de la clase, con una secuencia clara de esta y de los propósitos planteados (véase tabla 3).

Sin embargo, en las tres clases es común denominador ver cómo los docentes frente a situaciones de interrupciones, intentan tener un manejo sobre ello, pero no obtiene los mejores resultados; una de las causas es la distribución de los estudiantes en el aula de clase, lo cual dificulta la atención de los estos, hacia la actividad realizada.

De lo anterior, se reconoce que los docentes finalizaron la clase en el tiempo dispuesto para ello; de esta manera sus estudiantes lograron una comprensión amplia del tema tratado.

3.3.2 Categoría 2. Ambientes de aprendizaje

En esta categoría, en las tres clases los docentes tienen una valoración de “satisfecho” (véase tabla 3), ya que tienen en cuenta las ideas previas de los estudiantes, estableciendo relaciones con lo abordado

en clases anteriores, además los estudiantes mantienen una interacción constante con la clase pues las actividades que realizan los docentes les causa curiosidad e interés.

Si bien los estudiantes interactúan frente a la clase, no son los protagonistas de ella, porque la actividad experimental corresponde a una demostración, realizada por el docente; otorgando un rol de observador, y por tanto, no es un sujeto actuante sobre la actividad. De igual forma, la actividad que plantea el profesor se acerca muy poco a la realidad del estudiante, porque este solo demuestra lo que puede suceder en ella, pero no promueve que el estudiante establezca una relación entre lo que escucha con lo que hace (teoría-práctica).

3.3.3 Categoría 3. Ambientes de enseñanza

En esta categoría los docentes en formación tienen una valoración de “algo satisfecho” en las clases #2 y #3, mientras que en la clase #1 se obtiene una valoración de “satisfecho”, lo que muestra que las acciones que plantea el docente en el aula tienden a no mejorar (véase tabla 3). Esto se debe a que el docente si bien tiene en cuenta los aspectos conceptuales de los estudiantes se olvida de su parte actitudinal, y de reflexionar sobre los aportes y virtudes que sus estudiantes puedan tener y así enriquecer su clase con ellas.

De igual manera, se identifica que el docente no tiene en cuenta las dificultades que puedan tener sus estudiantes en el momento de la planeación y diseño de actividades, esto impidiendo generar estrategias ante situaciones que puedan surgir en el desarrollo de la clase.

3.4 Resultado y análisis de implementación de la rejilla sobre actividades experimentales

De igual manera, se realizó el análisis de la implementación de la rejilla adaptada a la fuente

2 La institución educativa donde realizan la práctica en el marco de los convenios con la Universidad del Valle les asigna a los estudiantes un curso de biología o química entre los grados segundo y tercero (Espinosa, González, Hernández, 2016).

original de observaciones de clase, la cual busca analizar el papel de la actividad experimental desde los fundamentos de la mediación didáctica (véase anexo 2).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por la pareja de docentes en formación en clases desarrolladas en contextos escolares, en los cuales se analiza las actividades experimentales que se realizan en tres clases (tabla 4).

El análisis de los resultados se realiza a partir de dos categorías, la planificación de la actividad experimental y la aplicación de la actividad experimental.

3.4.1 Categoría 1. Planificación de la actividad experimental

En esta categoría en las tres clases desarrolladas los docentes en formación mantienen una valoración de “satisfecho”, ya que el profesor en el momento de plantear la actividad experimental presenta el propósito de esta ante sus estudiantes, de igual forma la actividad se acoge al tema que los docentes proponen para la clase.

Sin embargo, en el desarrollo de la actividad, el docente no lleva esta a la realidad de los estudiantes, sino que la limita al aula de clase y a algunos ejemplos, sin indagar a los estudiantes si alguna vez se han encontrado frente a la situación en la que se desarrolla la actividad.

3.4.2 Categoría 2. Aplicación de la actividad experimental

Los docentes en formación en esta categoría obtienen una valoración de “satisfecho” en la clase #1, “algo satisfecho” en la clase #2 y “parcialmente satisfecho” en la clase #3, lo cual muestra una desmejora en el desarrollo de las clases.

Lo anterior se presenta porque el docente en formación en la aplicación de la actividad experimental si bien genera en el estudiante una motivación, su participación es limitada, ya que la actividad que realiza el docente se queda en un carácter demostrativo, reduciendo la interacción del estudiante con esta.

Por ende, el docente mediante la actividad experimental no lleva al estudiante a desarrollar habilidades científicas que favorezcan la integración de la teoría con la práctica, además no se promueven destrezas técnicas, en el proceso de ejecución de este tipo de actividades. De igual forma, mediante la actividad experimental el docente no integra los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, ya que solo se limita a la enseñanza de conceptos científicos mediante la observación, sin promover en el estudiante la creación de hipótesis, el registro de datos y la generación de conclusiones.

Conclusiones

Teniendo en cuenta la pregunta que orienta el presente trabajo de investigación: ¿Cómo los fundamentos

Tabla 4. Valoración del proceso de enseñanza de los docentes en formación implementando las actividades experimentales en una institución educativa.

Docentes en formación						
Categoría	Clase #1	Valoración	Clase #2	Valoración	Clase #3	Valoración
Planificación de la actividad experimental	20/25	Satisfecho	18/25	Satisfecho	20/25	Satisfecho
Aplicación de la actividad experimental	55/95	Satisfecho	46/95	Algo satisfecho	35/95	Parcialmente satisfecho

Fuente: adaptada de RÍOS, 2016.

de la mediación didáctica contribuyen a la implementación de las actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en docentes en formación?, se puede concluir que:

- Los docentes en formación presentan claridad frente al papel que deben desempeñar en el aula de clase, pero no se observa con suficiencia al momento de su trabajo en el aula de clase y ello se vislumbra en los resultados que obtienen en las clases realizadas tanto en el contexto universitario como en el contexto real (colegio). Se observan mejores resultados en el contexto universitario por las condiciones en las cuales se llevan a cabo, hay una mayor disposición por parte del estudiantado universitario además de las condiciones en cuanto a infraestructura se refiere, lo que conlleva a que los docentes en formación no sean “exigidos” en cuanto a las diversas estrategias didácticas a ejecutar de tal forma que conlleve un manejo de grupo que motive a la participación y, por ende, a la construcción del conocimiento; lo que ocurre en el contexto real (colegio) en el cual se observaron dificultades de este tipo por parte de los docentes en formación.
- Frente a la estructura de las clases, se observa que los docentes en formación se apropiaron en gran medida de dichos momentos (inicio, desarrollo y cierre), lo que favoreció, algunos aspectos como el manejo del tiempo y por ende de las actividades que se desarrollan en el aula de clase, como a su vez el establecimiento de propósitos claros, precisos y viables favoreciendo así los procesos que se llevan en el aula de clase.
- A pesar que se encontraron dificultades por parte de los docentes en formación al momento de implementar las actividades experimentales, estas siempre fueron pensadas en función de la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes a partir de situaciones cotidianas o en contextos reales, la no eficacia de las mismas se debe en gran medida a la poca experiencia

de los docentes, al momento de implementarlas. Lo anterior se puede atribuir a la gran influencia que han tenido durante su proceso de formación, la cual se ha caracterizado por ser clases y actividades experimentales de índole transmissionista (sin querer decir que ellas sean malas) pero que tienden a favorecer el mecanicismo. Es por ello y de gran importancia generar espacios en los cuales los docentes en formación puedan colocar en práctica a partir de contextos reales los conocimientos adquiridos, de tal forma que puedan potencializar sus habilidades y así se atrevan a realizar propuestas innovadoras en el aula de clase, dinamizando los procesos de enseñanza y aprendizaje, y creando ambientes innovadores.

- Emplear las actividades a partir de los fundamentos de la mediación, evidencia la utilidad de otros recursos fuera de los normales, contribuyendo en gran medida a los procesos que se dan en el aula de clase, de tal forma que lleva al docente a exigirse frente al desarrollo de la clase. A partir de los resultados obtenidos por las observaciones realizadas, los docentes deben hacer de las actividades experimentales estrategias interactuantes entre el tema que se aborda y el trabajo de habilidades, pues no se puede quedar en una actividad demostrativa en la que el estudiante se convierta en un sujeto pasivo, por el contrario, la actividad experimental debe llevar al estudiante a la construcción de su propio conocimiento.
- El uso de actividades experimentales es de gran ayuda para la enseñanza, pero su efectividad depende del uso que el docente le dé a las mismas, lo cual está supeditado a las concepciones del docente; por ello, las actividades experimentales no se deben tomar como una actividad más sin sentido, a través de ellas se debe generar que el estudiante construya su conocimiento, y el docente reflexione sobre su quehacer pedagógico. De esta forma, el docente a través de su enseñanza y sus acciones se convierte en el puente del aprendizaje para el estudiante,

sin quitarle a este su autonomía, aplicando el trabajo experimental como estrategia didáctica de la cual se apoya, a su vez que fortalece una relación efectiva entre la teoría y práctica, donde el profesor siempre es el mediador, para ello no solo diseña, sino que implementa las prácticas experimentales, promoviendo la participación activa de los estudiantes, el aprendizaje de habilidades cognitivas y destrezas científicas de tal forma que faciliten las construcción de su conocimiento a partir de contextos reales.

Referencias bibliográficas

- CASSÍS, A. J. Donald Schön: una práctica profesional reflexiva en la universidad. **Compás Empresarial**, Tiquipaya: Bolivia, v. 3, n. 5, pp. 14-21. 2011.
- CRUZ, A.; PEÑA, D. Las prácticas de laboratorio como mediador pedagógico en la construcción de conocimiento científico escolar. Pp. 137. Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Instituto de Educación y Pedagogía, Universidad del Valle, Cali, Colombia, 2013. Disponible en: <<http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/9348/1/3468-0430807.pdf>>. Visitado en: 3, ago, 2017.
- DEL CARMEN MARTÍN, L. M. El lugar de los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento científico en la enseñanza de la biología y la geología. **Didáctica de la biología y la geología**, Barcelona: España, v. 2, n. 2, pp. 91-108. 2011.
- ESPINOSA-RÍOS, E. A.; GONZÁLEZ-LÓPEZ, K. D.; HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, L. T. Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. **Entramado**, Cali: Colombia, v. 12, n. 1, pp. 266-281. 2016.
- GARCÍA-CARMONA, A. Pre-Service Primary Science Teachers' Abilities for Solving a Measurement Problem Through Inquiry. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Taiwán, v. 16, n. 91, pp. 1-21. 2017.
- GARCÍA-CARMONA, A.; CRIADO, A. M.; CRUZ-GUZMÁN, M. Prospective primary teachers' prior experiences, conceptions, and pedagogical valuations of experimental activities in science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Taiwán, v. 16, n. 2, pp. 237-253. 2018.
- LIMA, P. G. El educador reflexivo: notas para la orientación de sus prácticas docentes. **Educuar**, Barcelona: España, n. 30, pp. 57-67. 2002.
- MARÍN, M. El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas en el laboratorio. Un caso particular la combustión. **EDUCyT**, Santiago de Cali: Colombia, v. 1, pp. 37-52. 2010.
- MERINO, J. M.; HERRERO, F. Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, España, v. 6, n. 3, pp. 630-648. 2007.
- MENGASCINI, A. S.; MORDEGLIA, C. Caracterización de prácticas experimentales en la escuela a partir del discurso de docentes de primaria y secundaria. **Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, Barcelona: España, v. 32, n. 2, pp. 71-89. 2014.
- PARRA, K. N. docente de aula y el uso de mediación en los procesos de enseñanza y aprendizaje. **Investigación y Postgrado**, Caracas: Venezuela, v. 25, n. 1, pp. 117-144. 2010.
- RÍOS, E. A. E. La reflexión y la mediación didáctica como parte fundamental en la enseñanza de las ciencias: un caso particular en los procesos de la formación docente. **TED: Tecnó, Epísteme y Didaxis**, Bogotá: Colombia, n. 40, pp.107-128. 2016.
- SOTO, W. A. R.; BARBOSA, R. H. Trabajos Prácticos: una reflexión desde sus potencialidades. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá: Colombia, v. 10, n. 2, p. 15. 2015.
- TÉBAR, L. **El profesor mediador del aprendizaje**. Magisterio Editorial. Bogota: Colombia. 2009.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz para analizar las clases filmadas.

El presente cuestionario es tomado de la adaptación del formato original de observación de clases, realizado por RÍOS (2016); el cual busca analizar el rol del docente como mediador didáctico en el aula de clase, con el propósito de que brinde elementos en el proceso de formación docente en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Aspecto a tener en cuenta	Valoración	1	2	3	4	5	NA
Estructura de la clase							
Inicio: se establecen los propósitos que se desean alcanzar durante la clase							
Desarrollo: se realizan actividades que permitan alcanzar los propósitos establecidos							
Cierre: el docente hace un cierre de forma adecuada estableciendo las conclusiones o ideas finales de la actividad							
Los objetivos de la clase se mencionan al inicio de la misma y estos son aclarados o explicados							
Se observa una secuencia clara y pertinente de las fases de la clase.							
Se identifican claramente el inicio y el final de la clase.							
El profesor vela por un buen ambiente de trabajo, es decir, por mantener el ruido en un nivel adecuado y por que los estudiantes puedan participar y ser escuchados.							
Si se interrumpe la clase (por tardanzas, conflictos entre alumnos, etc.), el profesor interviene con rapidez y determinación.							
Se observa un manejo de grupo que permite el buen desarrollo de la clase.							
El lenguaje del profesor durante la clase es adecuado para la clase y facilita la comprensión del tema a desarrollar.							
Los estudiantes demuestran el manejo de las rutinas durante el trabajo en equipo y en parejas.							
La distribución de los puestos de trabajo es acorde al tipo de actividades que se realizan en el aula.							
Ambientes de aprendizaje							
El proceso de aprendizaje se construye con base en los conocimientos previos, habilidades y la orientación dada por el docente.							
Los estudiantes establecen relaciones con lo abordado en clases anteriores u otras disciplinas.							
La situación de aprendizaje aporta al ámbito de realidad de los alumnos (aprendizaje significativo/aprendizaje cercano a la realidad).							
Los estudiantes hacen aportes al proceso de aprendizaje.							
Los estudiantes trabajan concentradamente y orientados hacia la resolución de las actividades.							
Se observa una interacción entre los estudiantes con respecto al desarrollo de la clase.							
Los estudiantes utilizan los medios de manera adecuada: como fuente de información (p. ej. libro de texto, utensilios experimentales, computador, calculadora de bolsillo, diccionarios)							
Ambientes de enseñanza							
Durante la clase se aprecia un diálogo continuo que posibilita la construcción del conocimiento entre docente-estudiante.							
Las actividades del profesor y de los alumnos propician la reflexión y favorecen el aprendizaje de los estudiantes.							
Los métodos o estrategias planteadas durante la clase permiten alcanzar los objetivos de la misma.							
Los métodos o estrategias planteadas son eficientes en relación al tiempo de enseñanza y aprendizaje.							
El profesor logra la participación activa de los estudiantes.							
El profesor resalta los aportes, virtudes y cualidades de los estudiantes de manera apropiada.							

El profesor utiliza diferentes estrategias o herramientas tales como medios audiovisuales, prácticas de laboratorio, talleres de manera clara que apoyen el desarrollo de la clase de manera efectiva y orientada hacia los objetivos establecidos.						
Las actividades en clase permiten a los estudiantes el trabajo y el intercambio en grupo/equipo.						
El profesor permite diversos caminos de aprendizaje y hace uso del error como oportunidad de aprendizaje.						
El profesor motiva a los estudiantes dispersos a participar activamente en clase.						
El profesor aprovecha fases del trabajo autónomo para el apoyo personalizado de estudiantes de manera individual o de grupos.						
El profesor motiva y despierta el interés en los estudiantes incluyendo en el desarrollo de las clases las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.						
El profesor observa detenidamente a sus estudiantes para determinar su estado de ánimo y posibles problemas que interfieran con su proceso de aprendizaje, para poder ayudarlos en la medida de sus posibilidades.						
El profesor identifica las dificultades de aprendizaje que puedan tener los estudiantes y las toma en consideración para el diseño de sus actividades y la implementación de nuevas estrategias en función de poder superarlas.						
El profesor en el desarrollo de su práctica integra los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales del conocimiento científico.						
El profesor interrelaciona e integra el conocimiento pedagógico y el conocimiento científico.						

Escala de valoración

Categoría 1. "Estructura de la clase"	
Rango	Valoración
1-9	Insatisfecho (IS)
10-20	Parcialmente satisfecho (PS)
21-30	Algo satisfecho (AS)
31-40	Satisfecho (S)
41-50	Muy satisfecho (MS)

Categoría 2 "Ambientes de aprendizaje"	
Rango	Valoración
1-7	Insatisfecho (IS)
8-14	Parcialmente satisfecho (PS)
15-21	Algo satisfecho (AS)
22-28	Satisfecho (S)
29-35	Muy satisfecho (MS)

Categoría 3 "Ambientes de enseñanza"	
Rango	Valoración
1-15	Insatisfecho (IS)
16-30	Parcialmente Satisfecho (PS)
31-45	Algo satisfecho (AS)
46-60	Satisfecho (S)
61-75	Muy satisfecho (MS)

Anexo 2. Matriz para el análisis de actividad experimental.

El presente cuestionario es una adaptación de matriz para analizar las clases filmadas, propuesta por RÍOS (2016), el cual busca analizar aspectos relacionados con la planificación y realización de actividades experimentales; de tal forma que permita identificar cómo los docentes en formación plantean actividades experimentales en las clases de Ciencias Naturales.

Aspectos a tener en cuenta	Valoración	1	2	3	4	5	N.A
Planificación de la actividad experimental.							
El profesor establece claramente el tema que desea desarrollar a través de la actividad experimental.							
La actividad experimental tiene un propósito claro.							
El profesor propone un acercamiento a la realidad del estudiante a través de la actividad experimental.							
El profesor considera los recursos de apoyo (materiales de laboratorio, imágenes, videos) necesarios para realizar la actividad experimental.							
La actividad experimental es pertinente para el tema desarrollado.							
Aplicación de la actividad experimental.							
El profesor tiene en cuenta las ideas previas de los estudiantes, al desarrollar la actividad experimental.							
La realización de la actividad experimental permite el desarrollo de conceptos científicos en los estudiantes.							
La actividad experimental permite el desarrollo de habilidades científicas (observación, clasificación, medición, realización de predicciones, emisión de hipótesis ...)							
La actividad experimental promueve el desarrollo de destrezas técnicas, que involucren el manejo de materiales e instrumentos de laboratorio (balanza, termómetro, probeta, pipeta, embudo de decantación, vasos graduados...).							
El profesor en el desarrollo de la actividad experimental integra los contenidos actitudinales.							
La actividad experimental permite el trabajo grupo.							
El desarrollo de la actividad experimental permite la resolución de problemas teóricos y/o prácticos.							
La actividad experimental permite la interacción profesor/estudiante.							
A través de la actividad experimental el estudiante se puede generar preguntas acerca del tema.							
La actividad experimental permite fortalecer la relación teoría-práctica.							
El estudiante posee una participación activa durante el desarrollo de la actividad experimental.							
El profesor brinda todos los procedimientos para la realización de la actividad experimental.							
Los estudiantes llevan a cabo el registro de los datos obtenidos durante el desarrollo de la actividad experimental en tablas, diseñadas por ellos mismos.							
Los estudiantes realizan el análisis de los datos registrados.							
Los estudiantes establecen conclusiones al haber desarrollado la actividad experimental.							
Los estudiantes comunican sus resultados teniendo en cuenta diferentes herramientas (elaboración de informes escritos, de exposiciones verbales, a través de medios audiovisuales...)							
El docente motiva la participación de los estudiantes a partir de la actividad experimental.							
El docente permite a los estudiantes que analicen la actividad y a partir del mismo realicen aportes a la clase.							
Los estudiantes realizan hipótesis frente al suceso que ocurrirá y establecen argumentos para ello a partir de la práctica experimental							

Escala de valoración

Categoría planificación de la actividad experimental	
Rango	Valoración
Muy satisfecho	21-25
Satisfecho	16-20
Algo satisfecho	11-15
Parcialmente satisfecho	6-10
Insatisfecho	1-5

Categoría aplicación de la actividad experimental	
Rango	Valoración
Muy satisfecho	69-95
Satisfecho	53-68
Algo satisfecho	37-52
Parcialmente satisfecho	21-36
Insatisfecho	1-20



LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE LA DOBLE RENDIJA A PARTIR DEL ENFOQUE DE CAMINOS MÚLTIPLES DE FEYNMAN

DOUBLE SLIT EXPERIENCE CONCEPTUALIZATION FROM THE VIEWPOINT OF THE FEYNMAN´ MULTIPLE PATHS

A CONCEPTUALIZAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DA DUPLA FENDA A PARTIR DO ENFOQUE DE MÚLTIPLES CAMINHOS DE FEYNMAN

María de los Ángeles Fanaro*, Mariana Elgue**

Cómo citar este artículo: Fanaro, M. A y Elgue, M. (2018). La conceptualización de la experiencia de la doble rendija a partir del enfoque de caminos múltiples Feynman. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 13(2), 272-290.

DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.12466>

Resumen

En este trabajo se presenta un análisis de la conceptualización de un grupo de estudiantes con relación a la reformulación cuántica de la *experiencia de la doble rendija*. Se realizó una categorización inductiva de las resoluciones de N=83 estudiantes de dos escuelas secundarias en las que se implementó una secuencia didáctica dedicada a enseñar aspectos fundamentales de mecánica cuántica. Utilizando la *teoría de los campos conceptuales* de Vergnaud se identificaron posibles teoremas en acto que obstaculizaron o facilitaron la conceptualización, en las situaciones que requerían la técnica de *considerar caminos alternativos* de Feynman e interpretar sus resultados desde este marco cuántico. Del análisis presentado se concluye que las situaciones resultan accesibles a los estudiantes del penúltimo año de la escuela secundaria, ya que más de la mitad de ellos logró reformular cuánticamente la *experiencia de la doble rendija*. Los obstáculos detectados en los estudiantes indican que algunas situaciones podrían modificarse para evitarlos, y así favorecer la conceptualización. También se plantea la posibilidad de ampliar la secuencia para cubrir otros conceptos como *difracción* y *principio de incerteza*, bajo el mismo enfoque.

Palabras clave: conceptualización, física, enseñanza, secundaria; cuántica.

Recibido: 08 de septiembre de 2017; aprobado: 01 de febrero de 2018

* Doctora en Enseñanza de las Ciencias por la Universidad de Burgos, España. Trabaja en el proyecto de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (UNCPBA). Es miembro del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET). Correo electrónico: mariangelesfanaro@gmail.com.

** Doctora en enseñanza de las ciencias (mención física) de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (UNCPBA). Trabaja en el proyecto de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología de la misma universidad. Correo electrónico: nanaelgue@gmail.com.

Abstract

In this work, we analyze the conceptualization of a student's group about the quantum reformulation of the double slit experiment. In an inductively way we categorized the resolutions of 83 students from two secondary schools after implementing a complete sequence to teach basic quantum mechanics. By the Vergnaud's conceptual fields theory, a set of possible theorems in act were identified in those situations which required to apply the multiple paths technique and to interpret the results from this quantum frame. These theorems in act were categorized as obstacles or enablers to the students' conceptualization. From the analysis done, it is concluded that the situations seem to be accessible to these high school students since more than half made the quantum reformulation of the double slit experiment as it was expected. Regarding the obstacles detected, they indicate that some situations could be modified to be avoided, and thus to favor the conceptualization. It also raises the possibility of extending the sequence to cover other concepts such as diffraction and uncertainty principle, under the same approach.

Keywords: conceptualization, physics, teaching, secondary, quantum.

Resumo

Neste trabalho apresentamos uma análise da conceptualização de uma turma de estudantes respeito da reformulação quântica do experimento da dupla fenda. Fizemos uma categorização indutiva dos depoimentos de 83 estudantes de duas escolas de secundaria nas quais implementamos uma sequencia didática visando ensinar aspetos fundamentais de Mecânica quântica. Por meio da teoria dos campos conceituais de Vergnaud identificamos possíveis teoremas em ato que impediram ou facilitaram a conceptualização, nas situações que precisavam de aplicar a técnica de considerar caminhos alternativos de Feynman e ainda interpretar seus resultados desde este marco quântico. Concluimos que as situações são acessíveis aos estudantes do penúltimo ano de escola secundaria, par quanto mais da metade dos estudantes conseguiu reformular quanticamente o experimento da dupla fenda. Os obstáculos detectados nos estudantes indicam que algumas situações poderiam modificar-se para os evitar e assim favorecer a conceptualização. Também, vimos a possibilidade de ampliar a sequencia para tratar outros conceitos como difração e principio de incerteza, com o mesmo enfoque.

Palavras chaves: conceptualização, física, ensino, secundaria, quântica.



Atribucion, no comercial, sin derivados

[273]

Introducción

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia en la que proponemos el estudio de ideas básicas del campo conceptual de la física cuántica (no relativista) en la escuela secundaria. Desde el campo de la investigación en la enseñanza de las ciencias, la preocupación por el problema de la enseñanza de la física cuántica ha estado presente en la agenda de los investigadores, pero siempre desde un enfoque canónico (BUNGUM, *et al.* 2015; CABRAL DE PAULO, MOREIRA, 2005; CUPPARI *et al.* 1997; FISCHLER, LICHTFELDT, 1992; GONZÁLEZ, FERNÁNDEZ, SOLBES, 2000; LOBATO, GRECA, 2005; GRECA, MOREIRA, HERSCOVITZ, 2001; HADZIDAKI, 2008; HENRIKSEN *et al.*, 2014, 2015; MONTENEGRO, PESSOA, 2002; IRESO, 2000; MÜLLER, WIESNER, 2002; MANNILA, KOPONEN, NISKANEN, 2002; NIEDDERER, 1996; OLSEN, 2002; OSTERMAN, MOREIRA, 2000; OSTERMANN, RICCI, 2004; PESSOA, 1997; PINTO, ZANETIC, 1999; ZOLLMAN, 1999). Otras investigaciones, en cambio, han adoptado el enfoque de *camino múltiples de Feynman* (FEYNMAN, 1985) para abordar la enseñanza de la mecánica cuántica, utilizando herramientas computacionales (TAYLOR *et al.* 1998; OGBORN, HANC, TAYLOR, 2006; DOWRICK, 1997; HANC, TULEJA, 2005; MALGIERI, ONORATO, DE AMBROSIO, 2015; KRIJTBURG-LEWERISSA, BRINKMAN, JOOLINGEN, 2017). En general, estas propuestas han sido formuladas para el nivel universitario, se centran en el comportamiento dual de la luz y utilizan el concepto de *fotón*.

Ante el problema de enseñar conceptos básicos de mecánica cuántica con sentido y sin paradojas para los estudiantes de la escuela secundaria (HOBSON, 2007), proponemos utilizar el enfoque de *camino múltiples de Feynman* para el estudio del comportamiento de los electrones y de la radiación electromagnética. Su potencial didáctico ya ha sido analizado en nuestros trabajos previos en los cuales propusimos dos secuencias didácticas utilizando este enfoque, las que fueron implementadas en varios cursos de la escuela secundaria (FANARO, OTERO,

ARLEGO, 2007; FANARO, OTERO, 2008; FANARO, ARLEGO, OTERO, 2012a; 2014; FANARO, ELGUE, ARLEGO, 2016; FANARO, ELGUE, OTERO, 2016; 2016c; FANARO *et al.* 2017).

Desde el enfoque de *camino múltiples de Feynman* diseñamos e implementamos una secuencia de situaciones con estudiantes de dos escuelas secundarias de la ciudad de Tandil (Buenos Aires, Argentina), destinada al estudio de la radiación electromagnética, en particular de la luz, desde un marco cuántico. Además del nivel educativo de los estudiantes, esta secuencia supone una diferencia respecto de las propuestas mencionadas antes, ya que aquí se busca enfatizar el concepto clave de probabilidad y superposición, por lo cual no se considera necesario referirse al fotón. Por otro lado, no se plantean cuestiones ontológicas acerca de la luz, sino que se busca describir, explicar y predecir el comportamiento de la luz en situaciones tanto cotidianas como experimentales específicas. Esta secuencia posiblemente produzca cambios en el concepto de luz que tienen los estudiantes, pero este aspecto queda fuera de los objetivos de este trabajo.

Para conocer la viabilidad de esta secuencia analizamos las dificultades y facilidades para la conceptualización que emergen cuando los estudiantes afrontan las situaciones propuestas. En este trabajo en particular buscamos responder: ¿Cómo describir el proceso de la conceptualización de los estudiantes con relación a la reformulación cuántica de la *experiencia de la doble rendija* (EDR)? Realizamos este análisis en forma global, para el grupo de estudiantes en su totalidad, dado el volumen de datos (N=83 estudiantes).

1. Marco teórico

Realizamos este análisis a partir de la *teoría de los campos conceptuales de Vergnaud* (VERGNAUD, 1990, 1994, 2013), dado que esta teoría ofrece elementos que permiten analizar el dominio de los conceptos relativos al comportamiento cuántico por parte de los estudiantes al resolver las situaciones presentadas en la secuencia propuesta.

Desde la *teoría de los campos conceptuales*, la actividad de los estudiantes cuando se enfrentan a una situación está estrechamente relacionada con sus esquemas y con el uso de los *invariantes operatorios* –conceptos en acto y teoremas en acto– que organizan la actividad en esa situación. Un concepto en acto es definido por Vergnaud como una categoría que se considera relevante para la situación que se está afrontando y un teorema en acto es entendido como una proposición que se tiene como verdadera respecto a esa situación. Estos teoremas en acto y conceptos en acto, denominados *invariantes operatorios*, a diferencia de los conceptos y teoremas científicos, que son siempre explícitos y se puede analizar su pertinencia y su validez, se mantienen generalmente implícitos en la acción y son funcionales (útiles) a la resolución de cada situación, en cada estudiante. El análisis de la acción no se focaliza en el análisis de la conducta, sino que es necesario considerar la actividad del sujeto en situación (VERGNAUD, 1990), puesto que los estudiantes se basan en su conocimiento implícito para reconstruir el conocimiento científico explícito, siendo este un proceso progresivo y de largo plazo (OTERO, 2014).

Los invariantes operatorios son parte del triplete que forman los conceptos, junto con las situaciones y las representaciones simbólicas propias del concepto. Por tanto, su uso cumple un papel esencial en la conceptualización, entendida como el proceso mediante el cual se reconocen e identifican los objetos con sus relaciones, propiedades y transformaciones.

Metodológicamente haremos uso de la idea de Vergnaud, cuando destaca que en las disciplinas científicas y tecnológicas es más útil identificar qué teoremas en acto pone en juego un estudiante para afrontar una situación, más que afirmar que un estudiante comprendió un concepto.

2. Metodología

2.1 Contexto y características del grupo de clases

Se implementó una secuencia de situaciones en cuatro cursos públicos de gestión privada del penúltimo

año de la escuela secundaria (16-17 años). El plan de estudios de los cursos establece dos encuentros semanales, uno de una hora y el otro de dos horas para la asignatura física. Se trata de una muestra intencional, puesto que la selección de los cursos se realizó con el criterio de que el investigador fuese el profesor, para que puedan controlarse las variables: tiempo, conocimiento de los estudiantes, articulación con otros contenidos, familiaridad con las condiciones institucionales, y posibilidad de replicar en los cuatro cursos la misma secuencia de situaciones. Las cuatro implementaciones que se realizaron se consideran representativas pues reúnen las características de clases habituales de física de la escuela secundaria argentina. Los estudiantes de las cuatro implementaciones se consideran un solo grupo, puesto que tienen características socioculturales similares, y ninguno había estudiado hasta el momento física cuántica ni el comportamiento de la luz en distintas situaciones, razón por la cual se decidió asumir como conocimientos previos aquellos relacionados con el reconocimiento y la descripción de las experiencias cotidianas de la reflexión especular de la luz, o la refracción de la luz. El propósito de la secuencia implementada fue reformular una descripción de los fenómenos relativos a la luz desde el modelo más ampliamente aceptado por la comunidad de los físicos actuales: la teoría cuántica. La EDR tiene aquí un rol predominante, y en lugar de utilizarse como comúnmente se lo hace –para comprobar el carácter ondulatorio de la luz en términos de interferencia y difracción– se la propuso para formular una explicación de la experiencia realizada en la clase con los estudiantes, utilizando los conceptos y principios de la mecánica cuántica. La secuencia completa y su análisis didáctico previo pueden consultarse en FANARO, ELGUE, ARLEGO (2016) y FANARO ELGUE, OTERO (2016).

La parte de la secuencia analizada para los objetivos de este trabajo, se enfoca en aquellas situaciones donde se requería aplicar la técnica de Feynman (llamada con los estudiantes *considerar los caminos alternativos*, abreviada como CCA) en la EDR, su

interpretación y su contrastación con los resultados experimentales que los estudiantes obtienen al realizar la experiencia. La EDR se realizó en clase con luz láser, y también se presentó a los estudiantes un conjunto de imágenes de la experiencia donde se puede apreciar que la luz llega a la pantalla en forma discreta y finalmente se distribuye formando un patrón claramente reconocible de zonas de máximas y mínimas concentraciones. Se presenta como modelo que explica ambas situaciones con luz, el modelo de CCA, que es una adaptación del modelo original *path integrals* de Feynman (FEYNMAN, HIBBS, 1965).

El trabajo de transformación del saber desde el saber sabio al saber enseñado reconocido como la *transposición didáctica* (CHEVALLARD, 1985) se hace presente cuando se formulan las situaciones para que los estudiantes puedan otorgarles sentido a los conceptos cuánticos. También interviene en la elección de las experiencias para realizar o analizar en clase, como en la presentación del modelo de Feynman, reemplazando las integrales por sumas de vectores, como en las preguntas para los estudiantes. Así, la secuencia completa propone realizar en aula experiencias sencillas de reflexión, refracción de la luz, utilizando una fuente de luz láser. También se propone analizar los resultados de la EDR si esta se realizara bajo condiciones experimentales tales que se noten detecciones individuales que con el tiempo forman el mismo patrón de franjas. Luego, como marco explicativo de todas las experiencias se propone el de CCA, comenzando con la descripción de la emisión y detección de la luz como el caso más sencillo. Esto permite abordar la idea de la superposición, característica inherentemente cuántica, que en este caso se trata de considerar los caminos alrededor del camino clásico para el cálculo de la probabilidad. Luego, la secuencia propone reformular las mismas experiencias desde este modelo.

La secuencia requería que los estudiantes trabajaran en forma grupal, conversando sobre cada problema e intentando consensuar luego una respuesta escrita. Por su parte, el papel del profesor fue presentar las situaciones, proponer las preguntas y coordinar las acciones del grupo de clase: gestionar

el tiempo didáctico permitiendo el trabajo autónomo de los grupos, dirigir la puesta en común de cada grupo, señalar los consensos y los desacuerdos, y de ser necesario, introducir el conocimiento que podría hacer falta, aparte del que conlleva la situación. Al finalizar la implementación (aproximadamente 20 horas de clase para desarrollar las 13 situaciones) se propuso una última situación (S14), en la que se pedía la elaboración de una síntesis personal. Esta instancia tiene especial relevancia para el análisis que realizamos aquí, ya que consideramos que allí expresaron lo que a juicio de cada estudiante fue más importante de las clases. Se analizaron las situaciones S11 a S14 como se expone a continuación.

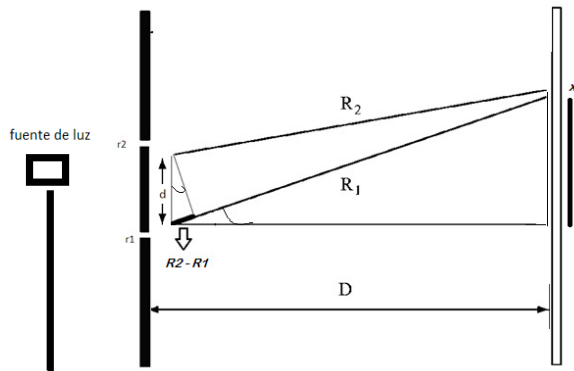
2.2 Las situaciones analizadas

Previo a las situaciones que se analizan en este trabajo, se plantearon las experiencias de reflexión, refracción y experiencia de la doble rendija con luz. En todos los casos, se comenzó por situaciones de predicción de resultados por parte de los estudiantes, y luego se propuso la realización experimental en aula. Se presentó la técnica CCA a los estudiantes, dentro del modelo de la mecánica cuántica como marco para todas las experiencias presentadas, producto del análisis de una adecuada transposición didáctica.

Situación 11: la técnica CCA aplicada a la EDR (tal como se presentó a los estudiantes)

Analicemos la experiencia de la doble rendija, considerando las detecciones individuales de la luz. Recordemos que, al principio, las detecciones de la luz parecían ser aleatorias, es decir no se notaba en la pantalla ninguna formación en particular, pero al pasar el tiempo, se comenzaba a notar una distribución, donde había lugares con gran cantidad de detecciones, y lugares donde no había, o había muy pocas, detecciones de luz. Nos preguntamos ahora: ¿Cómo calcular la probabilidad de detectar la luz para cada lugar de la pantalla? La teoría indica que debemos

utilizar para ello la técnica de considerar los caminos alternativos de la mecánica cuántica. En la figura siguiente se presenta un esquema de la experiencia, para poder analizar la cuestión de cómo determinar la probabilidad de detectar luz en determinado lugar de la pantalla, a cierta distancia, digamos x , del centro de la pantalla.



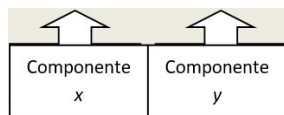
Sabemos, de la primera vez que calculamos la técnica para el caso más simple (luz que va de un punto inicial dado a otro punto final dado) que los vectores que entran en la consideración de la probabilidad, son los vectores identificados con el camino directo (que es el más corto) y un conjunto finito de vectores asociados a los caminos cercanos, digamos "N". Es decir, en el cálculo de la probabilidad habrá que considerar N veces el vector cuyo ángulo es proporcional al tiempo mínimo, al cuadrado:

$$V_1(r_1 \rightarrow x) = N (1; kt_{\min}) \quad (1)$$

Recordemos que k es una constante de proporcionalidad que depende del color de la luz y del medio en el que la luz se propaga. Como en este caso se trata de aire, la constante solo depende del color de la luz.

También es posible anotar este vector utilizando la notación de coordenadas:

$$V_1(r_1 \rightarrow x) = N (\cos (kt_1) ; \text{sen} (kt_1))$$



Para la otra rendija, en forma análoga tenemos que

$$V_2(r_2 \rightarrow x) = N (\cos (kt_2) ; \text{sen} (kt_2)) \quad (2)$$

Ahora, debemos hacer la suma de los dos vectores (1) y (2),

$$\text{Vector suma } (x) = V_1(r_1 \rightarrow x) + V_2(r_2 \rightarrow x) \\ = N ((\cos (kt_1) ; \text{sen}(kt_1)) + N ((\cos (kt_2) ; \text{sen} (kt_2)))$$

Realizando en forma analítica la suma de los vectores, y luego elevando el resultado al cuadrado, se obtiene la siguiente expresión para la detección de la probabilidad en determinado lugar x del centro de la pantalla:

$$P(x) \sim \frac{\cos^2 (kt_2 - kt_1)}{2} \quad (3)$$

Para expresar la probabilidad en función de la geometría de la situación, reemplacemos en (3) el tiempo por la distancia sobre la velocidad (en este caso es c la velocidad de la luz) para cada caso: $t_2 = R_2 / c$ y $t_1 = R_1 / c$. Por tanto, $kt_2 - kt_1 = R_2 / c - R_1 / c = (R_2 - R_1) / c$ (ver esquema de la experiencia en la fig. 1).

Entonces, la expresión final queda:

$$P(x) \sim \frac{\cos^2 (R_2 - R_1)}{2c} \quad (4)$$

Podemos realizar aún más consideraciones geométricas para expresar la diferencia de caminos $R_2 - R_1$ de (4) en términos de la distancia entre las rendijas (d) o la distancia a la pantalla de detección D , y suponemos que $D \gg d$:

Como los triángulos son semejantes, tenemos que $\frac{R_2 - R_1}{d} = \frac{x}{D}$ entonces,

$$R_2 - R_1 = \frac{x}{D} d$$

Reemplazando esto en la ecuación de $P(x)$ llegamos a la expresión:

$$P(x) \sim \cos^2\left(\frac{kd}{2cD} \cdot x\right) \quad (5)$$

La expresión matemática (5) representa la probabilidad de detectar luz a una distancia x del centro de la pantalla, que predice la técnica de considerar caminos alternativos. Debemos analizar si esta predicción es acorde a lo que obtuvimos al realizar la experiencia en clase.

Grafica la función $P(x)$ de la expresión (5), y describe cómo varía la probabilidad según la distancia al centro de la pantalla, x . Aproxima los valores experimentales para D (distancia desde las rendijas hasta la pared) y d (distancia entre rendijas) y el valor de la constante de proporcionalidad k , que corresponde al color del láser rojo es $k= 430.1012(s^{-1})$.

Se planteó esta situación para que los estudiantes analizaran las características de la función de probabilidad, para luego establecer relaciones con los resultados experimentales. Esta situación requería que los estudiantes conocieran y aplicaran nociones sobre las funciones trigonométricas previas, así como forma de una función armónica, ceros, máximos y mínimos. Como parte de la transposición didáctica se decidió trabajar con la expresión (5) que,

si bien es aproximada, permite que los estudiantes den sentido a las características de la función $P(x)$.

Por ejemplo, si se establecen los valores $D=3000$ mm, $d=3$ mm, y se considera $c=3,10^{11}$ m/s, y $k= 430,10^{12}s^{-1}$, se obtiene un gráfico para $P(x)$ como se muestra en la figura 1, en donde los valores máximos y mínimos coinciden aproximadamente con los resultados obtenidos en la experiencia en el aula, donde la separación entre máximos y mínimos es del orden del milímetro.

A partir del reconocimiento de las características de esta función, se esperaba que los estudiantes interpretaran que, por un lado, como la función solo toma valores positivos, esto es acorde con cada valor que puede tomar la probabilidad, y por otro, que la función toma valores máximos y mínimos en forma periódica. Asimismo, se esperaba que ellos notaran que un máximo en la función se corresponde con la probabilidad máxima de detección, mientras que un mínimo en la función se corresponde con la probabilidad de detección nula.

Para que los estudiantes establecieran la correspondencia entre los máximos y mínimos de probabilidad graficada en la situación 11, con los resultados de la EDR que muestra las detecciones individuales, se solicitó lo siguiente:

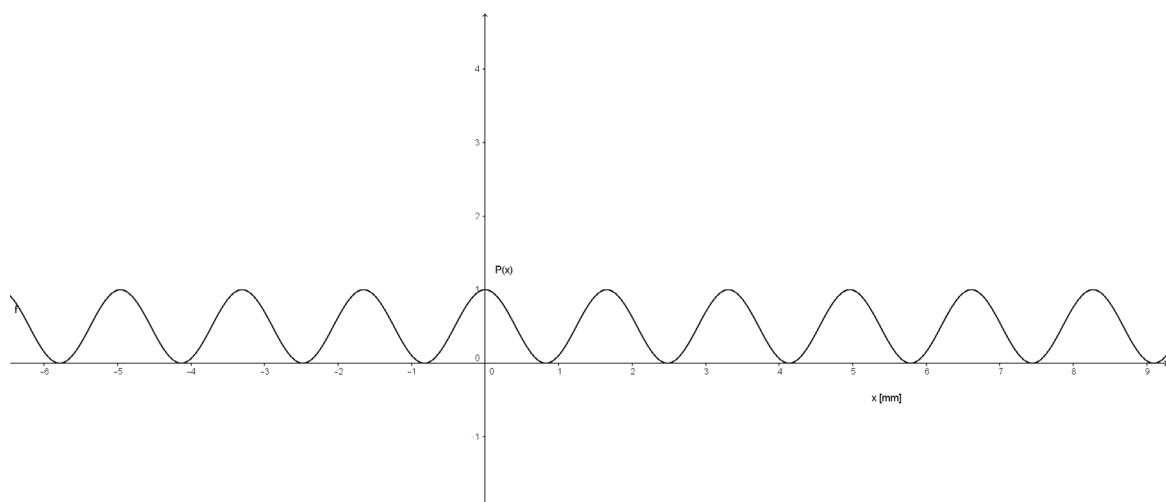


Figura 1. Gráfico de $P(x)$ que se obtiene a partir de la expresión obtenida al aplicar la técnica CCA para el caso de la EDR.

Fuente: elaboración propia.

Situación 12: interpretación de los resultados de la EDR en pantalla desde la teoría cuántica (tal como fue presentada a los estudiantes)

Relaciona los valores máximos y mínimos de la función $P(x)$ que dibujaste recién, con las detecciones que se observan experimentalmente al realizar la experiencia de la doble rendija.

Aquí se esperaba que los estudiantes construyeran la idea que un máximo en la función de probabilidad indica una probabilidad máxima de detección de luz en ese lugar de la pantalla. Por el contrario, un mínimo en la función de probabilidad indica que en ese lugar la probabilidad de obtener detecciones de luz es mínima, es decir, se trata de una franja de oscuridad.

Situación 13. Interpretación de los resultados de la EDR aplicando la técnica CCA (tal como fue presentada a los estudiantes)

Para analizar gráficamente la suma de los vectores asociados a cada rendija y obtener la

probabilidad en cada punto de la pantalla, ejecuta la simulación "EDR".

a) Describe aquí algunas de las imágenes obtenidas al correr la simulación.

b) Analiza lo que va ocurriendo con los vectores asociados a cada camino, con la suma y con la formación de la función de $P(x)$ que se muestra a la derecha.

Aquí se esperaba que los estudiantes identificaran que, en cada lugar de la pantalla de detección de la EDR, la probabilidad se calcula con el aporte de dos vectores: los asociados a los dos caminos principales para la luz (que unen cada rendija con el punto de detección x), ya que el resto de los caminos, alejados de ellos, no contribuyen a la suma (por tener ángulos muy diferentes).

Para esta situación construimos una simulación con Modellus™, en la cual se va mostrando la construcción del gráfico de la función $P(x)$ para cada valor de x , y simultáneamente se van dibujando los dos vectores principales que aportan al cálculo de probabilidad. En la figura 2, se presentan algunas de las pantallas que brinda la simulación.

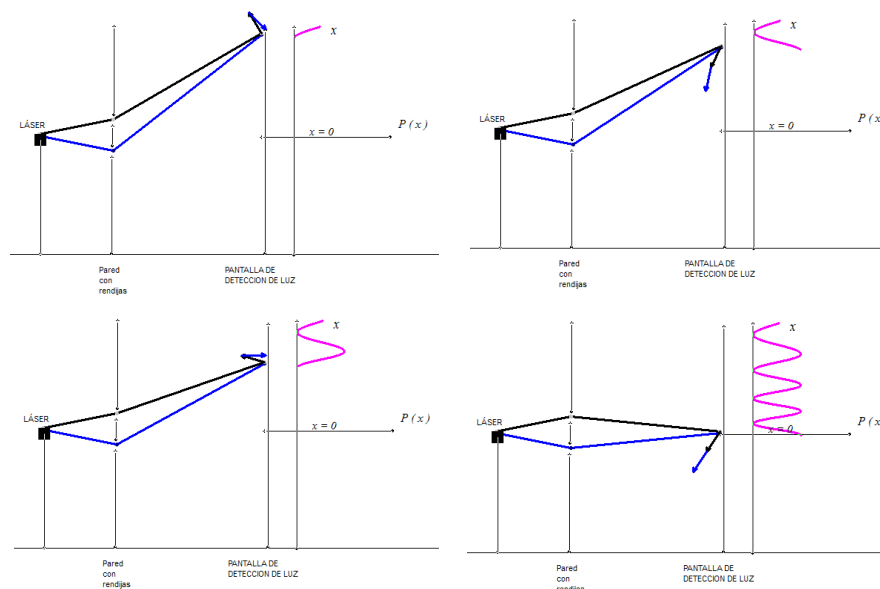


Figura 2. Algunas pantallas de salida de la simulación "EDR", diseñada con Modellus™.

Fuente: elaboración propia.

Se esperaba que los estudiantes noten que en aquellos lugares donde la suma de los dos vectores se anula, al tener ambos la misma dirección y sentido opuesto, la función $P(x)$ tiene un mínimo y, por el contrario, la suma resulta máxima cuando los vectores se encuentran colineales, y entonces la función tiene un máximo.

Situación 14: elaboración de una síntesis personal

Realiza una síntesis personal de los conceptos e ideas estudiados en estas clases de física dedicadas al estudio de la luz. Coloca aquellos conceptos, ideas, experiencias y explicaciones que consideres más importantes desde tu punto de vista. Puedes incluir gráficos, esquemas, fórmulas, etc. Extensión máxima: una hoja.

2.3 Construcción de las categorías y subcategorías

Según los objetivos de la secuencia propuesta y la pregunta formulada en este trabajo, se construyeron dos categorías de análisis y tres subcategorías para cada una. En la primera categoría se analizaron situaciones propias de la secuencia (S11 y S13) y en la segunda, situaciones de la secuencia y de la síntesis (S12, S13 y S14). Incluimos el análisis de la síntesis en esta categoría porque consideramos que si, además de reformular cuánticamente la EDR en las primeras situaciones, lo hicieron también en la síntesis personal, esto constituye un indicador de una conceptualización acorde a lo esperado. El criterio de construcción de ambas categorías se corresponde con la estructura de la secuencia didáctica propuesta, y en este caso surgió de la necesidad de comprender cómo los estudiantes conceptualizaron, por un lado, la técnica del cálculo de probabilidades aplicada a la EDR (categoría T) que requería relacionar la expresión matemática obtenida con la técnica, con una curva de probabilidad. Por su parte, se buscaba conocer de qué forma los estudiantes reformularon cuánticamente la experiencia, es decir si lograron vincular

el modelo matemático con los resultados experimentales conocidos (categoría R). Dada la distinta complejidad de la conceptualización requerida en ambos casos, se formularon las siguientes categorías y subcategorías.

a. Técnica CCA en relación a la curva de probabilidad para la EDR (T)

En las situaciones analizadas, los estudiantes debían graficar la función $P(x)$ obtenida algebraicamente y a partir de ella, vincular los caminos posibles, sus vectores asociados, la contribución de los dos vectores asociados a los caminos de tiempo mínimo y su suma, con las características del gráfico de $P(x)$ construido. Es decir, la complejidad de esta situación radica en que requiere que los estudiantes vinculen la representación algebraica y funcional de la probabilidad con la representación geométrico-vectorial.

En la subcategoría T_1 , se agrupan las resoluciones en las cuales las producciones son escasas y no se utiliza la suma de la técnica CCA para explicar las características del gráfico $P(x)$.

La subcategoría T_2 agrupa las resoluciones en las cuales los estudiantes interpretan los máximos de la curva como la máxima probabilidad de detección, pero no lo justifican desde la suma de los vectores. Es decir, son resoluciones donde se describe la curva $P(x)$ con máximos y mínimos, justificándolos de manera incompleta o en desacuerdo con lo que se buscaba que los estudiantes conceptualizaran.

La subcategoría T_3 agrupa las resoluciones en las cuales, desde sistemas de representación verbal y gráfico complejos, los estudiantes establecen las relaciones adecuadas entre vectores, caminos, sumas, máximos y mínimos de $P(x)$, conceptualizando así que cuando la suma de los dos vectores asociados a los dos caminos principales es la mayor posible, representa un máximo en la curva.

b. Reformulación cuántica EDR (R)

Esta categoría se construyó a partir del análisis de las resoluciones donde los estudiantes debían

reformular cuánticamente los resultados de la EDR, es decir interpretar los resultados en términos de probabilidades de detección, vinculando el gráfico de $P(x)$ con los resultados experimentales de la EDR.

La subcategoría R_1 incluye aquellas resoluciones donde las representaciones verbales y pictóricas son escasas y no permiten realizar una inferencia acerca de la conceptualización. También agrupa aquellas resoluciones donde los estudiantes reformulan la ECR, relacionando los valores máximos y mínimos de $P(x)$ pero solamente con las zonas de claros y oscuros en el resultado de la EDR y no en términos de probabilidad, como se esperaba.

La subcategoría R_2 agrupa las resoluciones en donde explica la presencia de franjas de máximos y mínimos de intensidad de luz a partir de la función de $P(x)$. Utilizando representaciones verbales y gráficas adecuadas, establecen en las situaciones de la secuencia, que los máximos de la función $P(x)$ se corresponden con una probabilidad de detección máxima, señalando así las zonas de luz en los resultados de la EDR. Por su parte también hacen corresponder los mínimos de la curva de $P(x)$ con la menor detección de probabilidad, señalados como los lugares de oscuridad en los resultados para la EDR obtenidos. Sin embargo, en la instancia de síntesis estos mismos estudiantes solo mencionan la EDR sin realizar una reformulación cuántica de los resultados, como se esperaba.

Finalmente, R_3 incluye las resoluciones que reformulan cuánticamente la EDR, es decir, interpretan los lugares de luz y oscuridad de la pantalla, en términos de probabilidades de detección, y también lo destacan en la elaboración de síntesis personal.

3. Presentación de resultados y discusión

Los resultados obtenidos mediante la categorización inductiva, se presentan en la tabla 1. Se encontró un agrupamiento que permite explicar distintos niveles o grupos de conceptualización, y conjuntamente con la categorización de las respuestas de los estudiantes, se identifican algunos *teoremas en acto* que los estudiantes podrían estar utilizando al resolver las tareas, que se consideran como representativos de

cada grupo. La categorización realizada y los *teoremas en acto* suponen un gradiente en la conceptualización, para permitir identificar los obstáculos y las facilidades para el proceso de conceptualización.

Tabla 1. Distribución de frecuencias de las categorías de las resoluciones analizadas, correspondientes a $N=83$ estudiantes.

Categoría-Aspecto de la conceptualización	$n_1=12$	$n_2=21$	$n_3=17$	$n_4=33$
Técnica CCA en relación a la curva de probabilidad para la EDR (T)	T_1	T_2	T_3	T_3
Reformulación cuántica EDR (R)	R_1	R_2	R_2	R_3

Fuente: elaboración propia.

Un conjunto de $n_1=12$ resoluciones presenta representaciones verbales muy breves, en ocasiones incoherentes con lo solicitado en la actividad, y en el caso de realizar las gráficas estas resultaron ser muy incipientes, por tanto, es difícil identificar la presencia de *teoremas en acto*, lo que estaría indicando una conceptualización pobre. Al no aplicar la técnica CCA a la EDR y no establecer la relación correcta entre los vectores principales, la suma y la probabilidad de detección, los estudiantes no pueden reformular la EDR en términos cuánticos. Esto permite reafirmar la importancia de la técnica para la conceptualización, como se sostiene desde la perspectiva abordada en este trabajo, ya que el uso de la técnica CCA constituye el punto clave para que el estudiante comprenda que, del conjunto infinito de caminos posibles, solo son dos los que deben considerar en la suma, y que depende del resultado de la suma de ellos, la probabilidad de detección de luz en la pantalla.

A diferencia del primer grupo, en $n_2=21$ resoluciones se utiliza la técnica de manera incompleta (T_2) dado que los estudiantes se refieren a la probabilidad de los caminos, en lugar de referirse a la probabilidad de detección de luz para cada lugar de la pantalla donde se detecta la luz. Esto representa una mejora en la conceptualización respecto al grupo 1 porque los estudiantes hacen referencia a

la probabilidad, es decir las resoluciones presentan una reformulación de la EDR (R_2) en términos de probabilidad de detecciones en la pantalla, lo cual es muy positivo para la conceptualización buscada. Los teoremas en acto utilizados en estas resoluciones resultaron ser incompletos, y hasta en algunas ocasiones incorrectos, en cuyo caso resultaría un obstáculo, aunque en ambos casos salvables en términos de conceptualización. Por ejemplo, un teorema en acto que fue identificado y que resulta un obstáculo para la conceptualización de la reformulación cuántica es el siguiente:

TeA Camino-probabilidad: En la curva de $P(x)$ los valores más bajos de P representan los caminos menos probables para que llegue la luz, y los valores más altos de P representan los caminos más probables para que llegue la luz.

La figura 3 presenta una resolución típica de este grupo de conceptualización, donde se puede identificar el uso de este teorema en acto, como resolución a la consigna de relacionar los valores máximos y mínimos de la función $P(x)$ de la función graficada (obtenida mediante la aplicación de la CCA), con las detecciones que se observan experimentalmente al llevar a cabo la experiencia de la doble rendija.

Consideramos que el uso de este teorema en acto estaría obstaculizando la conceptualización, ya que el estudiante confunde la probabilidad de detección de luz, con la probabilidad de los caminos.

También identificamos en este grupo de conceptualización el siguiente teorema en acto, que, si bien no es incorrecto, no está completo:

TeA Detección-probabilidad: Un máximo en la función $P(x)$ corresponde con probabilidad de detección máxima, lo que significa una concentración máxima de detecciones, y un mínimo en la función corresponde con probabilidad cero, lo que significa que no hay detecciones.

Un protocolo representativo del uso de este teorema en acto se presenta en la figura 4. Se trata de

la respuesta del estudiante A5 ante el problema de analizar lo que va ocurriendo con los vectores asociados a cada camino, con la suma y con la formación de la función de $P(x)$ a partir de una simulación realizada con Modellus™. En la simulación se va construyendo el gráfico de la función $P(x)$ para cada valor de x , y simultáneamente se dibujan los dos vectores principales que aportan al cálculo de probabilidad, en forma dinámica, cubriendo todas las posiciones de la pantalla.

Como se observa, este teorema en acto no es incorrecto en el sentido que no obstaculiza la conceptualización, aunque es incompleto, porque indica que los estudiantes están muy cerca de establecer la relación adecuada entre la probabilidad de detección con los valores máximos y mínimos de la curva $P(x)$ obtenida al aplicar la técnica CCA a la experiencia de la doble rendija.

Un grupo de $n_3 = 17$ resoluciones a diferencia del grupo anterior, indica una mejor conceptualización de la técnica y de su relación con la curva de probabilidad (T_3), aunque la reformulación cuántica de la EDR no se llega a hacer explícita en la síntesis personal (R_2). Identificamos como teorema en acto representante de este grupo de conceptualización:

TeA Vector-probabilidad: En el gráfico de la función $P(x)$ obtenido al reemplazar los distintos valores, cuanto más pequeña es la suma de vectores la función $P(x)$ tendrá un mínimo, y cuanto más grande la suma, la función $P(x)$ tendrá un máximo

En el protocolo de la figura 5 se presenta una resolución donde es posible identificar el uso de este teorema en acto, como resolución de la situación que utilizaba el Modellus, comentada antes.

Usando este teorema en acto los estudiantes explicaron el gráfico en términos de los vectores asociados a los caminos principales. Es notorio en esta resolución el énfasis colocado en la correspondencia gráfica del vector resultante con los lugares de la curva y los máximos y mínimos de la función de probabilidad. Esto constituye un resultado alentador respecto al uso de la técnica, y su relación con el gráfico de $P(x)$.

Un último conjunto de resoluciones, $n_4=33$ agrupa las resoluciones de los estudiantes que, utilizando teoremas en acto apropiados para la conceptualización, muy cercanos a los científicos (TeA vector-probabilidad) reformularon cuánticamente la EDR (T_3) enfatizándolo además en la síntesis personal (R_3). Es necesario resaltar el uso espontáneo de más de un sistema de representación de algunos estudiantes de este grupo de respuestas (representaciones gráficas de las experiencias) para complementar, detallar y mejorar las explicaciones cuánticas formuladas, como un buen indicador de la conceptualización alcanzada, puesto que esto requiere una alta abstracción y manejo de representaciones externas por parte de los estudiantes. Un ejemplo típico de este grupo de conceptualización se presenta en las figuras 6 a 8.

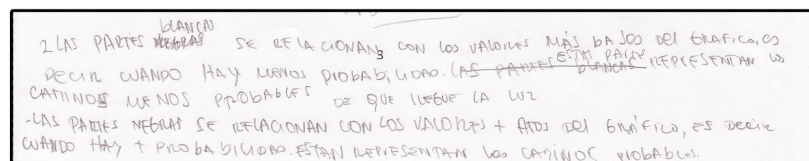
La figura 6 presenta la resolución de A44 en la situación de reformular cuánticamente la EDR con ayuda de la simulación con Modellus. En este caso, el estudiante reconstruyó el gráfico de salida de la simulación, superponiendo los resultados experimentales obtenidos al realizar la experiencia en clase (el círculo central representando el máximo central y las líneas laterales a los máximos secundarios). También reforzó la representación superponiendo (parte inferior del dibujo) un vector resultante, que toma diferentes longitudes en correspondencia con

los distintos lugares de la distribución de probabilidad y de zonas de máximos y mínimos. Destacamos que esta representación nunca fue presentada en la situación, sino que es una espontánea.

La figura 7 ilustra el fragmento de la síntesis personal elaborada por el mismo estudiante, A44, en el cual resalta la reformulación cuántica, de forma espontánea y con detalle.

La figura 8 presenta la resolución de A26 en la instancia de síntesis. En este caso, de forma narrativa y sin realizar ninguna representación gráfica, el estudiante reformuló cuánticamente la EDR relacionando la resultante de los vectores asociados a los caminos principales, con los máximos y mínimos de la función de probabilidad y los resultados experimentales. Esta resolución de elaboración personal tan rica y compleja por parte del estudiante estaría indicando la conceptualización buscada con la secuencia.

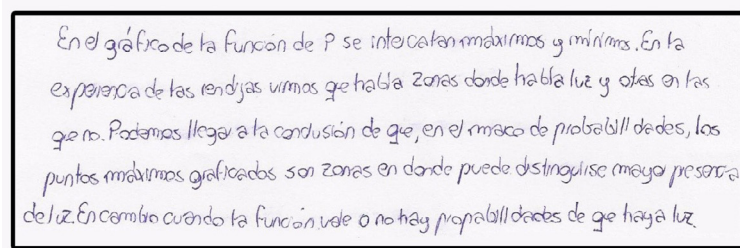
En la figura 9 se presenta la distribución de frecuencias de los estudiantes por grupos de conceptualización. Estos cuatro grupos no se refieren a los cuatro cursos donde se implementó la secuencia, sino que son grupos de resoluciones, que fueron formulados a partir de los resultados obtenidos con la categorización inductiva realizada en este trabajo.



BLANCO
 2 LAS PARTES NEGRAS SE RELACIONAN CON LOS VALORES MÁS BAJOS DEL GRÁFICO, ES DECIR CUANDO HAY MENOS PROBABILIDAD. LAS PARTES BLANCAS REPRESENTAN LOS CASOS MÁS PROBABLES DE QUE LLEVE LA LUZ.
 - LAS PARTES NEGRAS SE RELACIONAN CON LOS VALORES + ALTOS DEL GRÁFICO, ES DECIR CUANDO HAY + PROBABILIDAD ESTÁN REPRESENTANDO LOS CASOS MÁS PROBABLES.

Figura 3. Resolución del estudiante A9, en el que se identifica el uso de TeA camino-probabilidad.

Fuente: fragmento de la imagen digitalizada de la resolución del estudiante A9.



En el gráfico de la función de P se intercalan máximos y mínimos. En la experiencia de las rendijas vemos que había zonas donde había luz y otras en las que no. Podemos llegar a la conclusión de que, en el mundo de probabilidad de los puntos máximos graficados son zonas en donde puede distinguirse mayor presencia de luz. En cambio cuando la función vale 0 no hay probabilidad de que haya luz.

Figura 4. Resolución de A5, en el cual se puede identificar el uso de TeA detección-probabilidad.

Fuente: fragmento de la imagen digitalizada de la resolución del Estudiante A5.

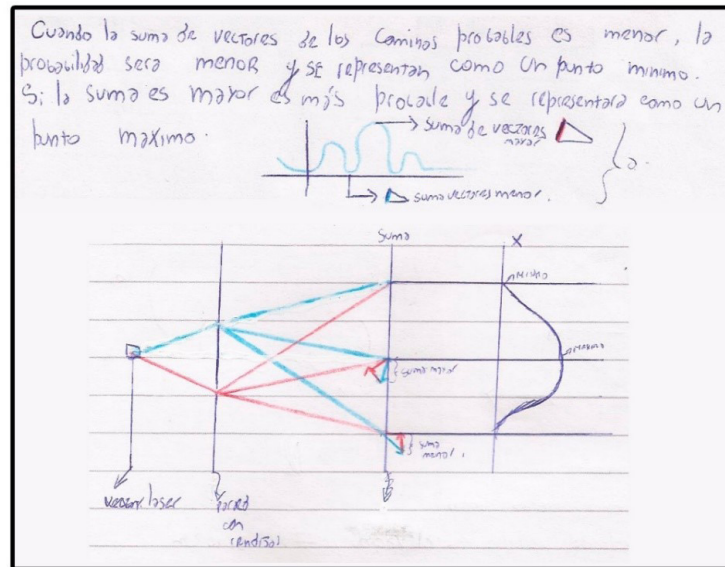


Figura 5. Resolución A48 en donde se identifica el uso de TeA vector-probabilidad.

Fuente: fragmento de la imagen digitalizada de la resolución del estudiante A48.

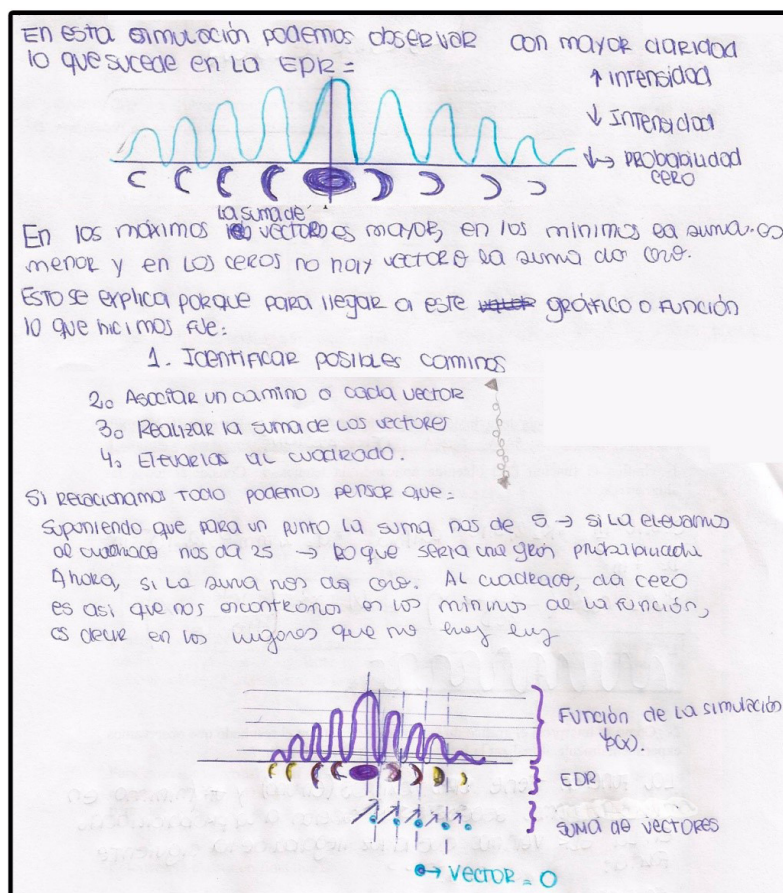


Figura 6. Resolución A44 en el cual se identifica el uso de TeA vector-probabilidad.

Fuente: extracción de la imagen digitalizada de la resolución del estudiante A44.

Mediante el método gráfico de suma de vectores podemos realizar la suma pero no elevarlos al cuadrado. Entonces, para comprender mejor la probabilidad, deberíamos que para operar con vectores podemos traducirlos en el seno y el coseno de cada ellos:

$$\vec{V}_i (R_i \rightarrow x) : N(\cos(KT_i); \sin(KT_i))$$

Ahora podemos utilizar esta nueva forma de expresarlo para explicar por ejemplo la EDR y traducirlo en la siguiente fórmula:

$$P(x) \sim \cos^2\left(\frac{K \cdot d}{2 \cdot c} \cdot x\right)$$

$P(x)$ = probabilidad
 K = constante
 d = distancia entre las rendijas
 c = velocidad de la luz en el vacío
 D = distancia de las rendijas a la pared.

Si observamos lo que hicimos fue traducir a la probabilidad en una función y como es una función podemos asociarle un gráfico:

en donde el máximo es uno y el mínimo es cero.

Una simulación, nos proporciona un gráfico más certero

en donde el máximo es uno y el mínimo es cero.

Ambos gráficos nos muestran la probabilidad. El máximo, 1, podemos pensarlo como una probabilidad del 100%. Mientras que el mínimo, 0, del 0%.

Así podemos observar como podemos explicar toda la experiencia (en este caso EPR) nombrada anteriormente.

En la fórmula hemos relacionado todos las variables y en el gráfico anterior podemos observar como la probabilidad, lo que sucede en la EDR y la suma de los vectores se corresponden y complementan.

Observaciones del gráfico:

- 1 = 100%.
- 0 = 0%.
- La función no es menor a cero porque no existe una probabilidad del ~~menor~~ -10%, -15%, etc
- Si el gráfico se modifica, lo que se pudo haber modificado es la λ , la ϕ o por ejemplo el color de la luz.

Es así que esta "nueva" ciencia, la mecánica cuántica, explica y predice el comportamiento de la luz

Figura 7. Fragmento de la síntesis realizada por el estudiante A44.

Fuente: fragmento de la imagen digitalizada de la resolución del estudiante A44.

En el caso de la doble rendija se utilizó la técnica, también, de considerar todos los caminos alternativos de la mecánica cuántica. Luego de un largo procedimiento se llegó a que la expresión siguiente:

$$P(x) \sim \cos^2 \left(\frac{k \cdot d}{z \cdot \lambda} \cdot x \right)$$

velocidad de la luz = $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ constante de proporcionalidad k
 distancia entre rendijas punto de la pantalla (variable)
 distancia entre las rendijas y la pared (en m)

Esta expresión indica la probabilidad de detectar la luz a una distancia x del centro de la pantalla.

Utilizando este método podemos ver que cuanto mayor es el número que da por resultado la ~~suma~~ expresión matemática anterior mayor es la probabilidad de que ocurra el evento. Por lo que cuanto mayor es el resultado mayor no a ser la intensidad de la luz en ese punto y cuanto menor sea no a coincidir con los zonas en donde hay poca intensidad o nula. Cuanto más grande es el producto de $k \cdot d$ menor es la distancia entre los puntos máximos y mínimos, es decir λ^2 entre los puntos donde no a haber mayor probabilidad y en los que no.

Cuanto mayor se el tamaño del vector resultante mayor es la probabilidad de que ~~este~~ este punto mida la luz, es decir cuando el vector resultante tiene ~~esta~~ un menor tamaño, menor es la probabilidad de que mida la luz, y cuando los vectores se anulan entre sí en ese punto la luz no va a medir y que la probabilidad sea nula.

Figura 8. Fragmento de la síntesis realizada por el estudiante A26.

Fuente: fragmento de la imagen digitalizada de la resolución del estudiante A26.

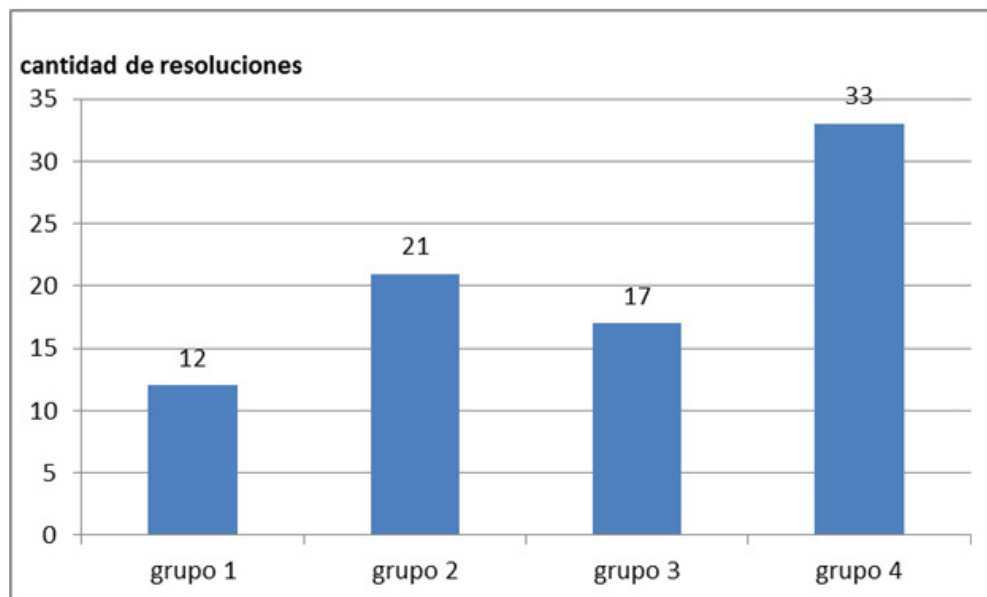


Figura 9. Distribución de resoluciones en los distintos grupos de conceptualización formados.

Fuente: elaboración propia.

A partir del análisis realizado y el gráfico obtenido, es posible apreciar un gradiente de conceptualización en las resoluciones, donde en un extremo se ubican las ($n_i=12$) resoluciones que indicarían la presencia de dificultades para la conceptualización, dados los obstáculos identificados con los teoremas en acto (obstaculizadores), y en otro extremo, un grupo de resoluciones que indicaría qué conceptualización fue acorde con las expectativas y los objetivos de la secuencia. Los grupos del medio representan un indicador de los distintos obstáculos que los estudiantes encontraron para usar la técnica y reformular cuánticamente la EDR, que señalan la necesidad de reformular algunas situaciones, e incluir otras que ayuden a superar estos obstáculos. Desde el análisis de la viabilidad de la secuencia es alentador que entre los dos últimos grupos (más de la mitad del total de los estudiantes) lograron explicar cuánticamente los resultados de la EDR. En este sentido, es posible afirmar que la secuencia resultó viable.

4. Conclusiones y perspectivas

Ante la necesidad de que los estudiantes de la escuela secundaria aprendan nociones básicas de mecánica cuántica con sentido, que más adelante podrá ser retomado y profundizado, el trabajo de transposición didáctica, realizado y plasmado en la secuencia de situaciones, es esencial. La decisión de adoptar el método de Feynman de Caminos Múltiples se basa en sus ventajas potenciales que solo pueden ser evaluadas mediante su implementación efectiva. En este caso, se trató de que los estudiantes conocieran los fundamentos de mecánica cuántica, relativos a la probabilidad y a la superposición, para el caso de una experiencia crucial como la experiencia de la doble rendija.

Los resultados de esta investigación nos permiten concluir que la técnica de CCA, basada en el enfoque de Feynman, como la secuencia lo propone, resulta accesible a los estudiantes del anteúltimo año de la escuela secundaria, aunque los obstáculos detectados indican que la secuencia debe reformularse.

Por ejemplo, se pueden incluir simulaciones donde los estudiantes puedan seleccionar distintos caminos, y además de visualizar cada vector asociado, se vaya dibujando la suma, y simultáneamente se muestre el valor de la probabilidad relativa. En este sentido, se están diseñando estas simulaciones con planillas de cálculo con la ventaja de no necesitar *software* específico. Suponemos que la secuencia propondrá más facilitadores para la conceptualización, evitando así los obstáculos, si se complementa el trabajo algebraico con una exploración vectorial mayor que la que se propone en la secuencia actual.

Conocer los obstáculos y ayudas a la conceptualización que se producen en los estudiantes cuando enfrentan las situaciones, es clave para conocer el funcionamiento de la secuencia didáctica propuesta. Los resultados expuestos aquí fueron obtenidos cualitativamente mediante la categorización inductiva, pero consideramos que un análisis de los datos discursivos textuales (por ejemplo, realizado con un análisis factorial de correspondencias simples) complementarían este análisis y generarían mayor conocimiento acerca de las representaciones verbales que utilizan los estudiantes. Aunque desde nuestro marco teórico asumimos que el concepto no es solamente la significación de las palabras, la enunciación o puesta en palabras o en símbolos gráficos cumple un rol importante, incluso decisivo en los procesos de conceptualización (MOREIRA, 2007). Este análisis constituirá un complemento al estudio para describir la evolución de las representaciones (junto con las situaciones y los invariantes operatorios que forman parte de los conceptos) que será próximamente realizado.

Otras líneas de acción que resultan de este trabajo consisten, por un lado, en la necesidad de estudiar qué modificaciones de las situaciones deberían realizarse con el fin de evitar los obstáculos detectados aquí, y realizar nuevas implementaciones para analizar cómo esto impacta en la conceptualización. Por otro lado, se propone ampliar la secuencia de situaciones para que los estudiantes puedan estudiar otros conceptos físicos, susceptibles de ser reformulados cuánticamente, como lo son la *difracción* y

el *principio de incerteza*. En esa dirección se está orientando nuestra investigación actual.

Referencias bibliográficas

- BUNGUM, B. et al. ReleQuant – Improving teaching and learning in quantum physics through educational design research. **Nordic Studies in Science Education**. Oslo, v. 11, n. 2, pp. 153-168. 2015.
- CABRAL DE PAULO, I.; MOREIRA, M.A. Um estudo sobre a captação do significado do conceito de dualidade onda-partícula por alunos do ensino médio. **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, n. extra, pp. 1-5. 2005.
- CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigner**. La Pensée Sauvage Edition. Grenoble: Francia. 1985.
- CUPPARI, A. et al. Gradual introduction of some aspects of quantum mechanics in a high school curriculum. **Physics Education**. Londres, n. 32, pp. 302-308. 1997.
- DOWRICK, N.J. Feynman's sum-over-histories in elementary quantum mechanics. **European Journal of Physics**. Londres. n. 18, pp. 75-78. 1997.
- FANARO, M.; OTERO, M.R. Basics Quantum Mechanics teaching in Secondary School: One Conceptual Structure based on Paths Integrals. **Latin-American Journal of Physics Education**, México, v. 2, n. 2, pp. 103-112. 2008.
- FANARO, M.; OTERO, M.; ARLEGO, M. El método de caminos múltiples de Feynman para enseñar los conceptos fundamentales de la Mecánica Cuántica en la escuela secundaria **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**, Santa Catarina, v. 24, n. 2. pp. 233-260. 2007.
- FANARO, M.; ARLEGO, M.; OTERO, M.R. Didactic Proposed for Teaching the Concepts of Electrons and Light in Secondary School Using Feynman's Path Sum Method. **European Journal of Physics Education**, Kayseri, v. 3. n. 2, pp. 1-11. 2012a.
- FANARO, M.; ARLEGO, M.; OTERO, M.R. Teaching Basic Quantum Mechanics in Secondary School Using Concepts of Feynman's Path Integrals Method. **The Physics Teacher**, College Park, v. 50, n. 3, pp. 156-158. 2012b.
- FANARO, M.; ARLEGO, M.; OTERO, M.R. The double slit experience with light from Feynman's Sum of Multiple Paths viewpoint **Revista Brasileira De Ensino De Física**, San Pablo, v. 36, n. 2, pp. 2308-1 a 2308-7. 2014.
- FANARO, M.; ELGUE, M.; ARLEGO, M. **Enseñanza por investigación en física en la escuela secundaria: aspectos básicos de mecánica cuántica en la ES**. Edit. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires: Argentina. 2016.
- FANARO, M.; ELGUE, M.; OTERO, M. Secuencia para enseñar conceptos acerca de la luz desde el enfoque de Feynman para la mecánica cuántica en la escuela secundaria: un análisis basado en la teoría de los campos conceptuales. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 33, n. 2, pp. 477-506. 2016.
- FANARO, M. et al. Students' interpretation of quantum mechanics concepts from feynman's sum of all paths applied to light. **International Journal of Physics and Chemistry Education**. Bremen. En prensa. 2017.
- FANARO, M. et al. The problems secondary school students have being faced with the Feynman's Sum of all Paths. In 2nd.WORLD CONFERENCE PHYSICS EDUCATION, San Pablo. pp.83-89. 2016c. Disponible en <<http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/177/162/771-1>>. Visitado en: febrero 2018.
- FEYNMAN, R. **QED The strange theory of light and matter**. Penguin Books. Princeton University Press. Princeton, Nueva Jersey: EE.UU. 1985.
- FEYNMAN, R.; HIBBS A.R. **Quantum Mechanics and Path Integrals** Mc Graw Hills. New York: EEUU. 1965.
- FISCHLER; H.; LICHTFELDT, M. Modern Phisycs and students' conceptions. **International Journal of Science Education**. Londres v. 14, n. 2, pp. 181-190. 1992.

- GONZÁLEZ, E.; FERNÁNDEZ, P.; SOLBES, J. Dificultades de docentes de ciencia en la conceptualización de temas de física actual. In: V SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN FÍSICA. Memorias del V Simposio de Investigación en Educación en Física Tomo 1.138-147. Santa Fe. APFA.CD. 2000.
- GRECA, I.; MOREIRA, M.A.; HERSCOVITZ, V. Uma Proposta para o Ensino de Mecânica Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, San Pablo, v. 23, n. 4, pp. 444-457. 2001.
- HADZIDAKI, P. Quantum Mechanics' and 'Scientific Explanation' An Explanatory Strategy Aiming at providing 'Understanding. **Science & Education**, v. 17, n. 1, pp. 49-73. 2008.
- HANC, J.; TULEJA, S. The Feynman quantum mechanics with the help of Java applets and physlets in Slovakia. In 10TH WORKSHOP ON MULTIMEDIA IN PHYSICS TEACHING AND LEARNING. Berlin. Proceedings of 10TH WORKSHOP ON MULTIMEDIA IN PHYSICS TEACHING AND LEARNING. CD. 2005.
- HENRIKSEN, E.K. *et al.* Relativity, quantum physics and philosophy in the upper secondary curriculum: challenges, opportunities and proposed approaches. **Physics Education**, Londres, v. 49, n. 6, pp. 678-684. 2014.
- HENRIKSEN, E.K. *et al.* Improving teaching and learning in quantum physics through educational design research, **Nordic Studies in Science Education**. Oslo. v. 11, n. 2, pp. 153-168. 2015.
- HOBSON, A. Teaching Quantum Physics without paradoxes. **The Physics Teacher**, College Park, v. 45, pp. 96-99. 2007.
- IRESON, G. The quantum understanding of pre-university physics students. **Physics Education**, Londres, v. 35, n. 1, pp. 15-21. 2000.
- KRIJTENBURG-LEWERISSA, PI, H.; BRINKMAN, A.; JOOLINGEN, V. Insights into teaching quantum mechanics in secondary and lower undergraduate education **Physical review physics education research**, Washington, v. 13, n. 1, pp. 010109-1 a 010109-21. 2017.
- LOBATO, T.; GRECA, I. Analise da inserção de conteúdos de teoria quântica nos currículos de física do ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 1, pp. 119-132. 2005.
- MALGIERI, M.; ONORATO, P.; DE AMBROSIS, A. Teaching quantum physics by the sum over paths approach and GeoGebra simulations. **European Journal of Physics**, Londres, v. 35, n. 5. 2014.
- MALGIERI, M.; ONORATO, P.; DE AMBROSIS, A. What is Light? From Optics to Quantum Physics Through the Sum over Paths Approach In TEACHING/LEARNING PHYSICS INTEGRATING RESEARCH INTO PRACTICE GIREP-MPTL. Palermo. PROCEEDINGS OF THE GIREP MPTL CONFERENCE 2014, pp.639-646. 2015. Disponible en <http://www1.unipa.it/girep2014/item6.html>. Visitado en: agosto de 2017.
- MANNILA, K.; KOPONEN, I.T.; NISKANEN, J.A. Building a picture of students' conceptions of wave-and particle-like properties of quantum entities. **European Journal of Physics**, Londres, v. 23, n. 1, pp. 45-53. 2002.
- MONTENEGRO, R.L.; PESSOA Jr., O. Interpretações da teoria quântica e as concepções dos alunos do curso de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, Puerto Alegre, v. 7, n. 2, pp.107-122. 2002.
- MOREIRA, M.A. ¿En qué sentido la teoría de los campos conceptuales puede ayudarnos para facilitar aprendizaje significativo? **Investigações em Ensino de Ciências**. Puerto Alegre. v. 12, n. 2, pp. 285-302. 2007.
- MÜLLER, R.; WIESNER, H. Teaching quantum mechanics on an introductory level. **American Journal of Physics**, College Park, v. 70, n. 3, pp. 200-209. 2002.
- NIEDDERER, H. Teaching quantum atomic physics in college and research results about a learning pathway. In INTERNATIONAL CONFERENCE ON UNDERGRADUATE PHYSICS EDUCATION (ICUPE) Proceedings of the International Conference on Undergraduate Physics Education. University of Maryland, College Park, EE.UU. 1996. Disponible en: <<http://www.idn.uni-bremen>.

- [de/pubs/Niedderer/1996-ICUPE-HNTB.pdf](#)>. Visitado en: agosto de 2017.
- OGBORN, J.; HANC, J.; TAYLOR, E. Action on Stage: Historical Introduction. In The Girep Conference 2006: Modelling in Physics and Physics Education. Amsterdam. Proceedings GIREP Conference. pp. 213-219. 2006. Disponible en <<https://www.iederkindeentalent.nl/wp-content/uploads/2012/06/Girep-Proceedings-CD.pdf>> Visitado en: agosto, 2017.
- OLSEN, R.V. Introducing quantum mechanics in the upper secondary school: a study in Norway. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 24, n. 6, pp. 565-574. 2002.
- OSTERMAN, F.; MOREIRA, M. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa Física moderna e contemporânea no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**. Puerto Alegre. v. 5, n. 1. 2000.
- OSTERMAN, F.; RICCI, T. Construindo uma unidade didáctica conceitual sobre mecânica cuántica: um estudo na formação de professores de física. **Ciencia & Educação**, Bauru, v. 10, n. 2, pp. 235-257. 2004.
- OTERO, M.R. Capítulo 1: La teoría de los Campos Conceptuales de Gerard Vergnaud. In: OTERO, M.R. *et al.* **La teoría de los campos conceptuales y la conceptualización en el aula de matemática y física**. Editorial Dunken. Buenos Aires, Argentina, pp. 15-32. 2014
- PESSOA Jr., O. Interferometria, interpretação e intuição: uma introdução conceitual à Física Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, San Pablo, v. 19, n. 1, pp. 27-47. 1997.
- PINTO, A.C.; ZANETIC, J. É possível levar a Física Quântica para o Ensino Médio? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 16, n. 1, pp. 7-34. 1999.
- TAYLOR, F. *et al.* Teaching Feynman's sum-over-paths quantum theory. **Computers in Physics**, Melville, v. 12, n. 2, pp. 190-199. 1998.
- VERGNAUD, G. La teoría de los campos conceptuales. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 10, n. 23, pp. 133-170. 1990.
- VERGNAUD, G. (coord.). **Aprendizajes y didácticas: ¿Qué hay de nuevo?** Edicial. Buenos Aires: Argentina. 1994.
- VERGNAUD, G. Pourquoi la théorie des champs conceptuels? **Infancia y Aprendizaje**, Somerville, v. 36, n. 2, pp. 131-161. 2013.
- ZOLLMAN, D. Research on teaching and learning quantum mechanics. In ANNUAL MEETING NATIONAL ASSOCIATION FOR RESEARCH IN SCIENCE TEACHING (NARST). Reston. Papers presented at the annual meeting National Association for Research in Science Teaching National Science Foundation. 1999. Disponible en: <http://web.phys.ksu.edu/papers/narst/QM_papers.pdf> Visitado en: agosto de 2017.



DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS DESDE LA DIVERSIDAD CULTURAL Y AMBIENTAL: APORTES PARA UN CURRÍCULO CONTEXTUALIZADO

DIDACTICS OF SCIENCES FROM THE CULTURAL AND ENVIRONMENTAL DIVERSITY: CONTRIBUTIONS FOR A CONTEXTUALIZED CURRICULUM

DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS DESDE A DIVERSIDADE CULTURAL E AMBIENTAL: APORTES PARA UM CURRÍCULO CONTEXTUALIZADO

Sandra Elvira Ruíz Castillo*

Cómo citar este artículo: Ruíz Castillo, S. (2018). Didáctica de las ciencias desde la diversidad cultural y ambiental: aportes para un currículo contextualizado. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 13(2), 291-305. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.12546>

Resumen

Este artículo de reflexión documentada forma parte del estado del arte de una investigación doctoral que se está desarrollando en el DIE de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Aquí se plantea la importancia de comprender cómo la diversidad cultural y ambiental brindan posibilidades dentro de la didáctica de las ciencias al generar contribuciones que propendan por la configuración de la ciencia escolar contextualizada, teniendo en cuenta elementos de las tramas de significados de las comunidades y las características de la sociedad en las que están inmersas, para enriquecer las construcciones curriculares de los profesores en ejercicio. Lo anterior implica generar sinergias más profundas entre lo formativo y lo educativo, en la medida que si bien este último direcciona los procesos de planeación, construcción y seguimiento curricular (a nivel macro, meso y micro), la formación permea ámbitos sociales como el personal, familiar y el comunitario (al vincular aspectos políticos, éticos y axiológicos de los sujetos), los cuales están en constante configuración en el mundo de la vida dentro de las experiencias y decisiones que se construyen día a día. En este sentido, la posibilidad de vincular la diversidad cultural y ambiental permite construir escenarios didácticos que contribuyan a la exploración de entramados dinámicos de sentido y significado que trascienden y trasforman, tanto la subjetividad de cada persona como las intersubjetividades que se consensan y construyen con los demás dentro de un contexto, reconociendo así que la dignidad humana, la calidad de vida y la ciudadanía son ámbitos de influencia directa de las ciencias, tanto en la escuela como fuera de ella. Finalmente, como conclusiones se

Recibido: 03 de octubre de 2017; aprobado: 01 de febrero de 2018

* Doctoranda en Educación DIE-Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia. Bogotá. Correo electrónico: draiz9ec@gmail.com

referencia que la diversidad cultural y ambiental implica pensar un currículo donde las posturas psicológicas o cognitivas del aprendizaje y de la enseñanza trascienden hacia concepciones más antropológicas y sociológicas de la educación.

Palabras clave: cultura, ambiente, currículo en ciencias.

Abstract

This is a reflection as a part of a doctoral research project, which belongs to the didactic change line and teacher training of science, attached to the DIE at District University Francisco José de Caldas. We talk about the importance of understanding how cultural and environmental diversity offers possibilities within the didactics of sciences to configure a scholar science contextualize. We consider elements of the meanings web of communities, and characteristics of the society in which they are immersed, to enrich the curricular constructions by teachers in service. The above implies generating deeper synergies between the formative and the educational. Formative aspects directs the planning, construction and monitoring curricular processes (at the macro, medium and micro level), while educational aspects permeates social spheres such as personal, family and community (linking the political, ethical and axiological aspects of the people), that is in permanent configuration in the life within the experiences and decisions taken in the everydayness. In this sense, the possibility of linking cultural and environmental diversity would make it possible to construct didactic scenarios that contribute to the exploration of dynamic meaning webs and transcendental significance transforming both the subjectivity of each person and the intersubjectivity that are consensual and constructed within a context, recognizing that human dignity, quality of life and citizenship are areas of direct influence of the sciences. Finally, as conclusions, reference is made to the fact that cultural and environmental diversity implies thinking about a curriculum where psychological or cognitive attitudes of learning and teaching transcend towards more sociological anthropological conceptions of education.

Keywords: density, three pedagogical moments, elementary school.

Resumo

Este artigo de reflexão documentada faz parte do estado da arte de uma pesquisa de doutorado em percurso no programa de pós-graduação da Universidade Distrital Francisco José de Caldas. Analisamos a importância de compreender como a diversidade cultural e ambiental oferecem possibilidades dentro da didática das ciências ao contribuir na busca da configuração da ciência escolar contextualizada. Isto, tendo em conta elementos do conjunto de significações dadas pelas comunidades, assim como as características da sociedade na qual estão inseridos, para enriquecer

as construções curriculares dos professores ativos. O anterior leva a gerar sinergias mais aprofundadas entre o formativo e o educacional, sabendo que o educacional direciona os processos de planejamento, construção e seguimento curricular (no nível macro, médio e micro), entando a formação permeia âmbitos sociais como o pessoal, familiar e comunitário (ao vincular aspectos políticos, éticos, e axiológicos dos sujeitos), os quais estão em constante configuração no mundo da vida dentre as experiências e decisões que se constroem no dia a dia. Neste sentido, a possibilidade de vincular a diversidade cultural e ambiental permite construir cenários didáticos que contribuam para a compreensão de tramas dinâmicas de sentido e significado que transcendam e transformem, tanto a subjetividade de cada pessoa como as intersubjetividades que se acordam e constroem como os outros em cada contexto. Reconhecemos então que a dignidade humana, a qualidade de vida e a cidadania são âmbitos de influencia direta das ciências, tanto na escola como fora dela. Finalmente, concluimos que a diversidade cultural e ambiental implica pensar em um currículo onde as perspectivas psicológicas ou cognitivas de aprendizagem e do ensino transcendam para concepções mais antropológicas e sociológicas da educação.

Palavras chaves: cultura, ambiente, currículo em ciências.



Atribucion, no comercial, sin derivados

[293]

Introducción

Dentro del ámbito de la didáctica de las ciencias como disciplina, según lo referencia ADÚRIZ-BRAVO (1999), en las últimas dos décadas se han realizado aproximaciones al reconocimiento de la diversidad cultural como un factor influyente en las prácticas educativas. Sin embargo, en este documento también se vincula la diversidad ambiental, dado que la escuela presenta corresponsabilidad social en los procesos formativos y educativos de los ciudadanos teniendo en cuenta estas dos dimensiones. En este sentido, es pertinente para la reflexión, reconocer que en la escuela confluyen diversas clases de conocimientos, ideas e incluso formas de ver y comprender el mundo, constituidos por las experiencias, percepciones e interacciones, tanto de profesores y estudiantes, como de otros sujetos, a nivel familiar y local que indudablemente entran en diálogo con la escuela, la cual está permeada por el momento histórico y social de carácter regional, nacional e incluso global.

Para comenzar el abordaje de la diversidad *cultural* y ambiental, se parte de que el concepto de cultura tuvo numerosas transformaciones a lo largo del siglo XX, pero esta se reconoce como “una trama de significación dinámica que incluye todos los ámbitos de injerencia social humana” (GEERTZ, 2003 p. 20), lo cual se complementa con la postura de la UNESCO (2001) donde se plantea que

la cultura adquiere formas diversas a través del tiempo y del espacio y esta diversidad se manifiesta en la originalidad y la pluralidad de las identidades que caracterizan los grupos y las sociedades que componen la humanidad, lo cual configura fuente de intercambios, de innovación y de creatividad. (p. 20)

Por su parte, el concepto de *ambiente* puede ser entendido como “lo que de la naturaleza es conocido por el sistema social y lo que está en el horizonte

perceptible humano” (GARCIA, CAVASSAN, 2013 p. 71), lo cual también pueden definirse como “el resultado de las interacciones históricas entre el -sujeto- humano y el -objeto- naturaleza, que van produciendo una determinada manera de ser social y natural con el paisaje” (GONZÁLEZ, 2007 pp. 27, 31). De esa forma, la diversidad ambiental implica reconocer los constructos de los sujetos sobre sus interrelaciones e interdependencias de ellos con sus entornos naturales, que impactan también en las maneras de comprender e interactuar en el mundo y, por ende, pueden influir en los procesos de trascendencia y transformación de la identidad cultural.

A partir de los conceptos anteriores de *cultura* y *ambiente*, se puede plantear que el abordaje de la diversidad cultural y ambiental invita a reconocer el “dilema al que se enfrenta un grupo establecido sobre un territorio que consiste en determinar cómo se reconoce a ese colectivo que disfruta de ciudadanía y culturalidad” (ABAD, 2014 p. 18), dilema que implicaría a los profesores de ciencias el reto de explorar las preconcepciones, ideas y comportamientos intuitivos de los estudiantes, que según FERNÁNDEZ *et al.* (2002, p. 477) pueden influir en la configuración de conocimientos científicos. Este proceso de exploración por parte de los profesores conlleva a plantear que, si bien la didáctica tiene como propósito el abordaje de la enseñanza, en el reconocimiento de sus posibles relaciones con la cultura y el ambiente se debe concebir la sinergia dinámica entre enseñanza y aprendizaje dado que el sentido de la primera –desde el maestro– es alcanzar la segunda de manera relevante y pertinente –en el estudiante–. Según lo anterior, ambos actores educativos tienen el mismo grado de importancia ya que el docente a nivel profesional, pedagógico y didáctico tiene el criterio para articular los referentes educativos nacionales, los aspectos curriculares institucionales y los elementos contextuales del entorno –cultural y ambiental– para definir intenciones formativas y educativas¹ asertivas

1 Lo formativo va más allá de lo educativo en la medida que este último tiene implicaciones de planeación, construcción y seguimiento a nivel macro-, meso- y microcurricular, mientras que la formación permea ámbitos sociales como el personal, familiar y comunitario, al vincular aspectos políticos, éticos y axiológicos de los sujetos.

que le permitirán consolidar intenciones pedagógicas y construir escenarios didácticos para que los estudiantes potencien, tanto sus pensamientos, actitudes y capacidades como su criterio ético, político, estético y axiológico. Desde esta perspectiva, se contribuye a la generación de redes de sentido –subjetivas– y de significado –intersubjetivas–, con lo cual se generan posturas humanamente dignificantes en su esencia personal y colectiva, a propósito de constituir argumentos que les permita participar, interactuar y tomar decisiones en los diferentes ámbitos de su injerencia social.

1. Diversidad cultural y ambiental: aportes para un currículo contextualizado

Pensar un currículo para una ciencia escolar contextualizada y socialmente situada que vincule la diversidad cultural y ambiental implica reconocer los entramados de significados configurados a lo largo de la historia, con rasgos propios en su idiosincrasia, según el entorno ambiental y los aspectos sociales, que mediados por el lenguaje contribuyen a generar trascendencias y transformaciones sobre las maneras de comprender e interactuar en y con el mundo en el que está inmersa la escuela, que posibiliten la creación de escenarios dialógicos que enriquezcan los procesos de construcción didáctica. Para esto, se tiene como criterio orientador la proyección de los niños, niñas y jóvenes como ciudadanos desde una perspectiva política, es decir, desde sus posibilidades de participación y toma de decisiones según sus ámbitos de injerencia.

La construcción de dicha perspectiva surge de un análisis exhaustivo de antecedentes teóricos y metodológicos que soportan la relación de enseñanza de la ciencia (*science education*), diversidad cultural (*cultural diversity*) y ciencias ambientales (*environment science*), a través del cual se identificaron diversos procesos investigativos desarrollados en las últimas dos décadas en las bases de datos de Scopus e ISI-WEB que se presentan a continuación.

La articulación entre ciencias y diversidad cultural comenzó a dinamizarse después de la década de 1990 a partir de procesos investigativos, y presentó

un interés por parte de las comunidades académicas después de 2010, lo cual permite inferir que en las ciencias sociales, incluyendo la educación, se reconoce la pertinencia de explorar las relaciones antropológicas y sociológicas que se tejen entre la escuela y su contexto cultural y ambiental inmediato, fenómeno que se ha generado a nivel global.

Dentro de los autores que comenzaron a marcar la tendencia en la década de 1990 se encuentra AIKENHEAD (1996), quien enuncia que si solo se pudiera entender cómo los estudiantes conocen el sentido de su mundo natural, se podría diseñar un currículo de ciencias que tenga sentido para todos los estudiantes, dado que la mayoría de ellos ven los contenidos de las ciencias desde una postura ortodoxa. Por otra parte, WERTSCH (1998) postula que el abordaje sociocultural implica comprender las sinergias entre la mente con el entorno cultural, institucional e incluso con el histórico, lo cual se reitera con COLE (1999), quien menciona que un *acto en su contexto* conlleva a un esquema relacional biológico, social y cultural entre la mente, los objetos y el entorno. Por su parte, AIKENHEAD, JEGEDE (1999) plantearon que los logros en las clases de ciencias están asociados con: a) los niveles de incompatibilidad que los estudiantes reconocen entre el mundo de la vida y el conocimiento científico; b) el asertividad con que los estudiantes transitan entre sus contextos culturales y la cultura de las ciencias, y(c) las posibilidades y orientaciones que brinde el profesor para realizar las transiciones de manera más pertinente y relevante.

Ahora bien, con el ánimo de profundizar sobre el concepto de *contexto*, VAN DIJK (2012) utiliza esta noción cuando se quiere indicar que un evento o discurso debe analizarse desde las condiciones, configuraciones y características *circundantes*. Así, los contextos corresponden a constructos subjetivos que no responden a propiedades objetivas de situaciones socioculturales sino a situaciones interaccionales y comunicativas. Así, la intención de abordar didácticamente los contextos culturales y ambientales para construir la ciencia escolar, permite evidenciar cómo estos adquieren su particularidad por su diversidad

idiosincrática, histórica, ambiental, de los individuos y colectivos, los cuales se relacionan a través del lenguaje, generando un impacto antropológico y sociológico en los procesos de transformación del pensamiento y construcción de conocimiento en la escuela, que recíprocamente se retroalimentan, desde cada sujeto y a nivel colectivo.

Luego de la revisión y el análisis de las investigaciones anteriores, es pertinente mencionar que las transformaciones subjetivas e intersubjetivas, que pueden influir en la cultura y el ambiente, están mediadas por las acciones comunicativas, que a su vez implican el desarrollo de facultades de pensamiento que posibilita discernir, argumentar, debatir, proponer, elegir y corresponsabilizarse individual y colectivamente. Esto permite vislumbrar las conexiones interdependientes entre sujeto, colectividad, cultura y ambiente que deben ser reconocidas en el ámbito escolar para generar diálogos entre ellas desde la niñez, teniendo en cuenta que dicha etapa de la vida, según DUARTE (2012), ha pasado a ser vista como un periodo de “inocencia y la fragilidad, a miradas más abiertas que reconocen los derechos, la autonomía, la independencia y la participación de los niños y niñas en sus procesos de desarrollo y formación” (p. 462), planteamiento que se complementa con la postura de DUSSEL (2014), quien menciona que además de la escuela existen otros agentes culturales que transmiten información e influyen tanto en la sensibilidad como en las construcciones intelectuales de los sujetos, como los medios de comunicación e internet.

Desde esta perspectiva, la ciencia escolar debe reconocer a los niños, niñas y jóvenes como sujetos de derechos y responsabilidades en el marco de su subjetividad política, entendida esta como la ciudadanía, en la cual se deben vincular la dignidad y las oportunidades para mejorar la calidad de vida –individual y colectiva– como ámbitos de influencia directa de las ciencias, que forman parte del mundo de la vida experienciable:

El contraste entre lo subjetivo del mundo de la vida y el mundo “objetivo”, se halla ahora en que

este último es una sustracción lógico-teorética de algo por principio no perceptible, por principio no experienciable en su propio ser sí mismo, mientras lo subjetivo del mundo de la vida está señalado en todos y cada uno, precisamente mediante su capacidad de ser efectivamente experienciado. (HUSSERL, 2008 p. 169)

Lo expuesto hasta el momento se articula con lo propuesto desde PRADA *et al.* (2006), quienes referencian que la subjetividad política se concibe como una construcción psicológica y social que posee un significado diferencial según la época, el tipo de sociedad en la que se vive y la intención política que posiciona al sujeto; así se construye un territorio simbólico-conceptual, en el cual están inmersos los estudiantes permanentemente, no solo en el ámbito escolar, sino también desde la familia y demás colectivos sociales.

Por su parte, la Ley General de Educación de Colombia, en su artículo 5, destaca la pertinencia de “formar la personalidad y la capacidad de los sujetos para asumir con responsabilidad y autonomía sus derechos y deberes, desde prácticas democráticas que propendan por el aprendizaje de los principios y valores de la participación y organización ciudadana”, lo cual podría abordarse desde la ciencia escolar si se formulan prácticas de enseñanza y aprendizaje que fomenten habilidades y actitudes científicas para comprender y construir conocimientos, apropiar criterios procedimentales y generar pautas actitudinales, políticas (en torno a la toma de decisiones), éticas, culturales y ambientales para dar respuesta a situaciones del entorno, más allá de las pretensiones del Ministerio de Educación Nacional en el documento de 2006 sobre estándares básicos de competencias como el ICFES en la Fundamentación Conceptual Área de Ciencias Naturales (COLOMBIA, 2006). En este último se plantea que las personas deben contar con los conocimientos y herramientas necesarias que proveen las ciencias para comprender su entorno (las situaciones que en él se presentan, los fenómenos que acontecen en él) y aportar a su transformación,

de manera que el estudiante entienda que la ciencia tiene una dimensión universal, que es cambiante y entendible y que permite explicar y predecir.

En consecuencia, como lo referencia VÁSQUEZ *et al.* (2001) es imprescindible reconocer que el aprendizaje implica procesos de discusión, intercambio y construcción negociada de significados para la configuración del conocimiento, lo que conlleva a construir, como lo plantea GARCÍA, IZQUIERDO (2014) el hecho científico (para pasar del *hecho al hecho interpretado*) y que es reiterado por IZQUIERDO (1996) cuando menciona que “el objetivo de la clase de ciencias debe formularse de un modo adecuado para el estudiantado; pero ha de ser explícito y ha de poder desencadenar la dinámica de creación de conocimiento de los estudiantes para justificarles las acciones que se emprendan para ello” (p. 3), teniendo en cuenta el aspecto epistemológico (qué es), el aspecto histórico (cómo cambia) y el aspecto sociológico (relaciones con la sociedad) de la ciencia (ADÚRIZ-BRAVO, 2005 p. 9).

2. Currículo y naturaleza de las ciencias

HÖTTECKE, SILVA (2010) señalan que la ciencia debe ser interpretada como un esfuerzo humano y social que incorpore elementos asociados a la historia de la ciencia, que desde la perspectiva de MATTHEWS (1994) mejora la enseñanza de las ciencias porque: “1) genera ambientes de motivación en los estudiantes; 2) brinda contextos de humanización de los contenidos y 3) contribuye a la mejor comprensión de los conceptos científicos, teniendo en cuenta sus orígenes y su perfeccionamiento a lo largo del tiempo” (p. 259). Si bien se pretende que los niños, niñas y jóvenes construyan aprendizajes en ciencias, entendidos estos desde DÍAZ, HERNÁNDEZ (2007) como el conjunto de elementos que interactúan entre ellos y de forma conjunta con el entorno, los cuales se puede estudiar de manera aislada, pero solo adquiere significado en la medida que son considerados parte integrante de un todo. Estos aprendizajes permitirán consolidar criterios para comprender o generar conocimientos

a lo largo de su vida, con la claridad que no se pretende formar científicos o científicas, con un corpus acumulado de información bajo el reconocimiento de creatividad intelectual como lo planteó el *Informe de la misión de sabios* en 1996 (COLOMBIA, 1996), sino por el contrario se pretende formar estudiantes que desarrollen y pongan en práctica su ciudadanía más allá de las competencias científicas desde las ciencias naturales para vivir en comunidad en pro del bien propio y colectivo, sin desconocer, como lo afirma IRZIK, NOLA (2011), “las características generales que presenta la ciencia que pueden ser útiles al momento de pensar posibilidades para construir ciencia escolar” (p. 2).

A partir de la importancia de incluir elementos de naturaleza e historia de las ciencias, para formular currículos contextualizados desde la diversidad cultural y ambiental, es necesario que el profesorado plantee disertaciones en el ámbito escolar sobre la concepción de ciencia que se tiene para la construcción del currículo, dado que se reconocen, desde MOLINA, UTGES (2012), las siguientes posturas: 1) los universalistas, para quienes la ciencia posee un carácter universal y no debe abordarse desde enfoques multiculturales; 2) los multiculturalistas, quienes debaten la mirada universalista de la ciencia y su política de exclusión, dado que desconoce los componentes epistemológicos, morales y axiológicos en la enseñanza de las ciencias; y 3) los pluralistas epistemológicos, quienes plantean que el conocimiento científico es una forma de conocimiento que no debe conllevar al detrimento de otras formas de conocimiento o saber ni a la discriminación de estos.

En consecuencia, la identificación de estas posturas entre los profesores de ciencias podría dinamizar la posibilidad tejer conexiones o puentes entre los *conocimientos ecológicos tradicionales* y *conocimientos científicos escolares* planteados por MOLINA, MOJICA (2013) con el propósito de enriquecer los criterios sobre cómo enseñar. Según lo expresan MOLINA, UTGES (2012), el contexto contribuye a: a) reconocer la experiencia en el marco del mundo de la vida y desde él a partir del lenguaje; b) identificar la condición dinámica entre

las relaciones de conocimiento; c) asociar la historia, en un intento de comprender acontecimientos; d) diferenciar los contextos de descubrimiento entre los de argumentación para denotar que la ciencia es un constructo sociocultural y que la actividad científica también depende de los contextos culturales. Esto brinda una visión de la formación más allá de lo esperado en el enfoque de competencias científicas descritas por el Ministerio de Educación Nacional, en su portal Colombia Aprende, que se limitan a brindar la posibilidad a niños, niñas y jóvenes de utilizar un conjunto de conocimientos y metodologías, para plantear preguntas, recorrer diversas rutas para indagar, analizar y contrastar diversas fuentes de información y construir conclusiones basadas en la relación que establecen con su entorno (2006).

En este sentido, cabe mencionar que parte del reto para el profesorado frente a la vinculación de la diversidad cultural y ambiental es superar la visión fragmentada de las ciencias que plantean NIÑO, DÍAZ (1999). Los autores mencionan que la profesión docente está limitada a unos esquemas operativos derivados del estudio de las disciplinas, sin la suficiente claridad y comprensión de la complejidad de la problemática educativa, dejando a la pedagogía sin objeto ni relación con las ciencias. Así, la vinculación del análisis del contexto en función de la didáctica de las ciencias invita a la exploración de las características ambientales, económicas, sociales y culturales del entorno en el que está inmersa la escuela, que posibilite la configuración de aprendizajes y la potenciación de saberes. Adicionalmente, MOSQUERA, FURIÓ (2008) plantean, por ejemplo, que el cambio didáctico se entiende como las transformaciones que se dan frente a concepciones, actitudes o disposiciones ante la práctica, hacia otras maneras de interpretar, desarrollar o explicitar los procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencias. Esta mirada transforma el enfoque tecnicista de la enseñanza de las ciencias, característico del siglo pasado, el cual estuvo influenciado por los esquemas y procesos del método científico, que fue descontextualizado y alejado de la realidad de los sujetos como lo menciona GALLEGU *et al.* (2010).

3. Propuesta de currículo contextualizado

Estos procesos de reflexión sobre el currículo y el cambio didáctico, alrededor de la vinculación de la diversidad cultural y ambiental, conducen al reconocimiento de las diferentes posturas de diseño curricular que se han construido a lo largo de la historia, las cuales permiten ratificar que el currículo es una construcción social de los actores educativos para establecer intenciones, posturas, criterios y rutas por medio de las cuales se pretende desarrollar la enseñanza y alcanzar el aprendizaje.

Después del recorrido histórico realizado en la figura 1, se puede reflexionar cómo los referentes históricos y las condiciones sociales actuales, como la proyección de la ciudadanía desde lo local y lo global, el creciente flujo de información a través de distintos formatos y medios, tanto de los medios de comunicación como a través de las tecnologías virtuales, el reconocimiento de la interdependencia entre calidad de vida y ambiente, y la interculturalidad dialógica como principio de la convivencia, conllevan a pensar la diversidad cultural y ambiental como una posibilidad para enriquecer el currículo, entendido este en el presente documento y desde la autora como una construcción pedagógica y didáctica intencionada que permite construir propósitos de formación, que aunque no desconoce los referentes internacionales, permite articular y potenciar la diversidad local, regional y nacional para propender por el aprendizaje y la configuración de redes de sentido y significado en los estudiantes. De este modo se contribuye a trascender y transformar la cultura desde la deconstrucción y construcción de redes de sentidos y significados que sitúan social, histórica, política, estética e incluso éticamente la ciencia para establecer desde ella una visión dignificante del ser humano, a nivel individual y colectiva.

Finalmente, con el ánimo de situar el concepto de *currículo* enunciado anteriormente, se expone a continuación a manera de ejemplo, el abordaje del concepto *energía*, con el propósito de evidenciar las implicaciones de cada uno de los elementos que configuran un currículo cultural y ambientalmente situado.

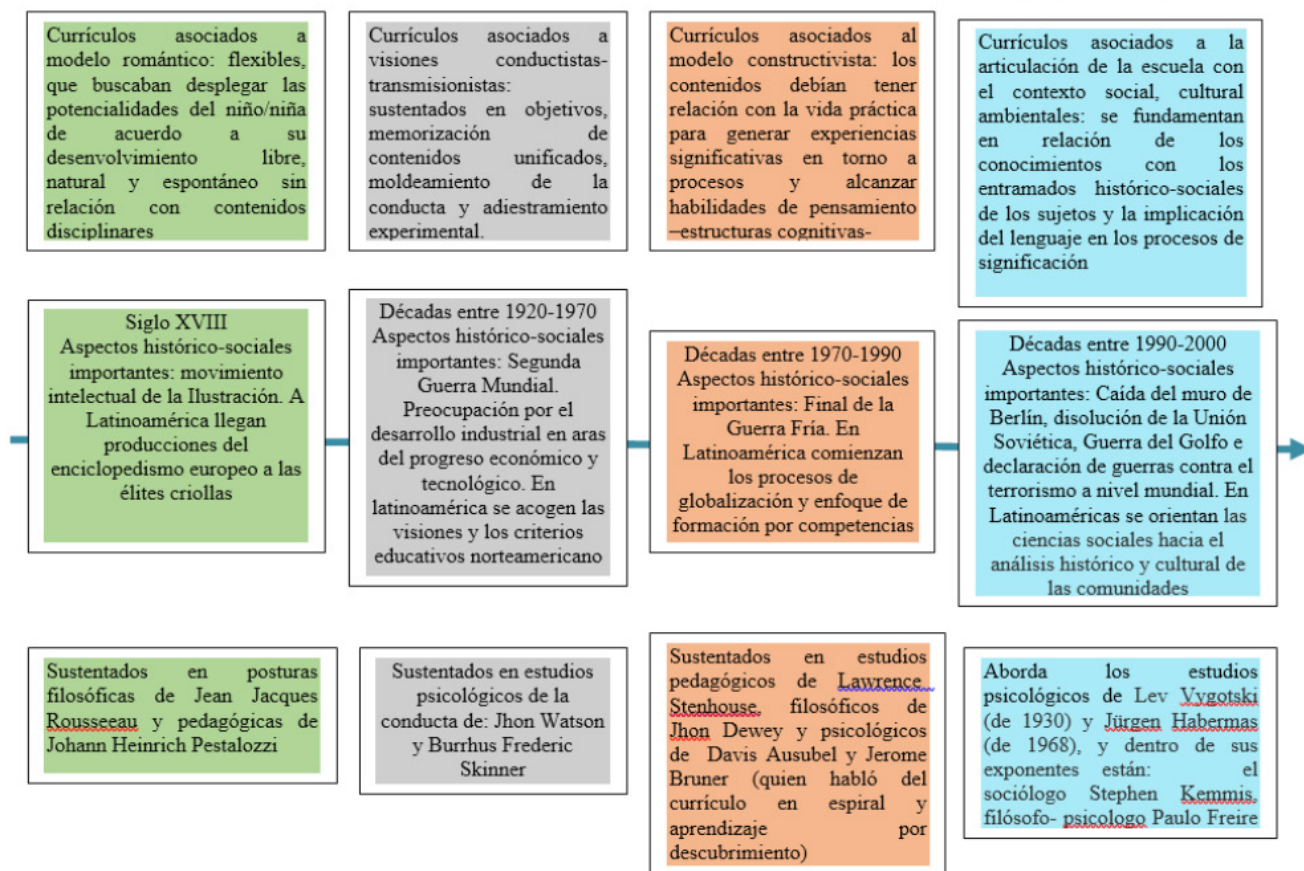


Figura 1. Diseños curriculares más representativos en la historia. Con la flecha azul se representa el recorrido a través del tiempo de los cambios en las estructuras curriculares y por medio de los bloques de colores (de arriba hacia abajo) las características de los currículos, los momentos históricos donde fueron construidos y los autores de la época representativos.

Fuente: elaboración propia.

4. Proyección del currículo contextualizado: un abordaje desde el concepto de *energía*

Desde la perspectiva histórica, el concepto de *energía* comenzó a consolidarse entre los siglos XVI y XVII especialmente con Christian Huygens quien estudió los cuerpos en movimiento, con Gotffried Leibniz quien dio la connotación de *fuerza viva* a la fuerza que produce movimiento y posteriormente, con Isaac Newton, quien estableció las leyes del movimiento. En el siglo XX, dichas leyes fueron analizadas por el físico Albert Einstein y asociadas a las leyes del electromagnetismo, formulando la relación de la energía que se puede producir teniendo en

cuenta la multiplicación de la masa por la velocidad de la luz al cuadrado según la fórmula $E=mc^2$, que ha sido utilizada para explicar la energía liberada por la fusión nuclear.

El término de energía se comprende actualmente como “la capacidad para realizar un trabajo”, el cual puede aplicarse para comprender procesos en el mundo físico como el funcionamiento de los motores de un automóvil, el funcionamiento de las hidroeléctricas o las reacciones químicas en las estructuras mitocondriales de las células. Cabe señalar que la comprensión de dicho concepto constituye la primera fase para el desarrollo de un currículo contextualizado, dado que sin este no se

puede formular sus usos y aplicaciones desde la articulación de la diversidad cultural y ambiental del entorno escolar. Así mismo, es fundamental reconocer las variaciones que puede presentar el concepto, de acuerdo con los planteamientos de LODISH *et al.* (2006) cuando exponen las diversas manifestaciones de la energía desde dos clasificaciones básicas: cinética y potencial. En el primer caso, llamada también *energía del movimiento*, se puede analizar los fenómenos de la energía térmica (calor), la energía radiante (luz visible y ultravioleta)

y la energía eléctrica (electricidad). Por su parte, la energía potencial está asociada a la capacidad que tiene un objeto o entidad de realizar un trabajo según su posición o configuración, por ejemplo, la energía química potencial almacenada en los enlaces que unen los átomos en una molécula.

Bajo esta perspectiva se presentan a continuación las implicaciones y la pertinencia de abordar el concepto de energía desde la definición de currículo cultural y ambientalmente situado que permitiría una educación en ciencias contextualizada.

Tabla 1. Propuesta curricular contextualizada: una aproximación desde el concepto de energía.

Elementos del concepto de currículo	Descripción	Estrategias de abordaje del concepto <i>energía</i>
Implicación de una construcción pedagógica y didáctica intencionada en ciencias naturales.	Una propuesta curricular es un proceso permanente y contextualizado que debe realizar el profesor desde su postura epistémica –visión de conocimiento–, psicológica –visión del aprendizaje–, filosófica –visión de ciencia–, así como a nivel socioantropológica y didáctica –visión de la enseñanza– en sus comunidades escolares, con una voluntad determinada, sustentada en argumentos sobre para qué, por qué y desde dónde formar y educar a los estudiantes en ciencias.	En términos pedagógicos, abordar el concepto de energía implica: – Reconocer y explorar las ideas de <i>energía</i> desde los conocimientos tradicionales o culturales de los estudiantes para establecer escenarios dialógicos con el concepto definido en la ciencia convencional para construir la <i>ciencia escolar</i> . – En términos didácticos, conlleva a reconocer la influencia del contexto para generar redes de significados en torno al concepto de <i>energía</i> , teniendo en cuenta las condiciones ambientales, geográficas, culturales e históricas que pueden incidir en la enseñanza del concepto.
Integración de los propósitos de educación de la sociedad (que están en sintonía con los referentes internacionales) que pueden asociarse a varios grados escolares a través de diferentes niveles progresivos e incluyentes de complejidad.	Desde la Ley General de Educación en el artículo 5 se enuncia que dentro de los fines de la educación están: - La educación para facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan en la vida económica, política, administrativa y cultural de la nación. - El desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de la vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país.	En básica primaria se puede abordar el concepto de <i>energía</i> con las diferentes manifestaciones y sus relaciones con el medio ambiente y el contexto sociocultural para generar conciencia y reflexión. En básica secundaria se puede potenciar la construcción de redes de significado del concepto de <i>energía</i> con procesos de modelación a nivel físico y biológico y sus respectivas implicaciones políticas, sociales y económicas desde posturas argumentativas y de corresponsabilidad para tomar decisiones En educación media el concepto de <i>energía</i> se puede asociar a la energía potencial desde referentes de biotecnología y calidad de vida, para incentivar la innovación y formulación de solución de problemas.
Articular y potenciar la diversidad local, regional, nacional para propender por el aprendizaje y desarrollo de conocimiento de los estudiantes, así como contribuir a trascender y transformar la cultura.	Es pertinente abordar las tensiones que se han generado entre las corrientes de globalización y la influencia de los diferentes medios y formatos de comunicación frente las identidades y diferencias de las comunidades con referentes históricos, geográficos, epistemológicos y ontológicos particulares para contextualizar las redes de sentido y significado. Según ZAPATA (2016), “los estudiantes le dan un mayor significado a lo que aprenden cuando lo pueden relacionar con el mundo real, presentando valores motivacionales y de interés más altos” (p. 207).	Desde el término de <i>energía</i> se puede comprender la <i>transformación cultural</i> en la medida que a través de espacios de reflexión se puede abordar situaciones de uso responsable y sustentable de recursos energéticos a nivel local y regional. En cuanto a la <i>trascendencia cultural</i> se puede referenciar como el hecho de conocer, comprender y mantener conscientemente en el tiempo los entramados de significados que se han constituido a lo largo del tiempo en la memoria colectiva en torno a la energía permite mantener concepciones sobre el uso ambientalmente razonable para el bienestar del ser humano.

Elementos del concepto de currículo	Descripción	Estrategias de abordaje del concepto <i>energía</i>
Deconstrucción y construcción de redes de sentidos y significados en los estudiantes que permiten situar social, histórica, política, estética e incluso éticamente la ciencia.	Desde CLIFFORD GEERTZ (2003), el ser humano está inmerso en redes de significación que él ha tejido a lo largo de la historia y por ende el análisis de la cultura es una ciencia interpretativa en busca de significaciones (p. 20). Por otra parte, WALS <i>et al.</i> (2013, p. 542) plantean que es evidente un “creciente reconocimiento de los contextos culturales y biofísicos en los que las personas viven, dado que moldean nuestro pensamiento y comportamientos” (p. 542).	Abordar el concepto de <i>energía</i> desde la ciencia escolar conlleva a reconocer que en términos de diversidad se debe abordar la diferencia ontológica, espiritual, cultural, geográfica e histórica para que el desarrollo de pensamiento esté mediado por redes de sentido y significado a nivel individual y colectivo respectivamente, que se tejen y transforman permanentemente.
Visión dignificante del ser humano, a nivel individual y colectiva desde la ciencia.	La posibilidad de relacionar la enseñanza de la ciencia con la dignidad humana implica reconocer esta última como una condición en la cual se valora y respeta a los sujetos como personas con dimensiones individuales y sociales que tienen libertades y facultades para tomar decisiones e incidir en su medio.	Vincular la enseñanza de las ciencias con la dignidad humana y en este caso frente al concepto de <i>energía</i> conlleva a retos profesionales por parte del profesor para construir y deconstruir permanentemente sus posturas teóricas y prácticas, más allá de los contenidos para generar o potenciar conocimientos en los estudiantes que asocien la corresponsabilidad y toma de decisiones desde el reconocimiento de la dignidad propia y la del <i>otro</i> desde las fuentes energéticas actuales y las que brindarán futuros posibles. Por ejemplo, desde DILLON (2012) se plantea que “si los estudiantes disfrutaran más la ciencia viéndola en un contexto más amplio y desarrollando una apreciación sobre la ciencia como una actividad humana, la educación científica podría considerarse más relevante y más atractiva” (p. 1093).

Fuente: elaboración propia.

5. Reflexiones finales

- Pensar un currículo de ciencias, teniendo en cuenta los entramados de significados alrededor de la cultura y el ambiente, conlleva a trascender la educación desde posturas más antropológicas y sociológicas, dado que, y como lo plantean SMITH, GUNSTONE (2009), “es en este momento donde se reconoce la importancia de ubicar los individuos dentro de una comunidad: no solo deben ver a los demás como individuos sino también como la comunidad que ha hecho que el individuo sea posible”. Adicionalmente, como lo expresa HALLIDAY (1982), las acciones de significación que se desarrollan en la cotidianidad, las personas representan los esquemas sociales, así como también afirman sus propias posiciones o roles y transmiten los sistemas comunes de valor y conocimiento, a lo cual se suma el reconocimiento del *otro*, para acercar, comunicar y construir la dignidad humana desde lo subjetivo y lo intersubjetivo.
- Por otra parte, SURIEL, ATWATER (2012) plantean que los sistemas de conocimiento son dinámicos e influenciados cultural e históricamente, lo cual implica reconocer diversas cosmovisiones y formas de construcción y legitimación del conocimiento y en este sentido la relación entre diversidad cultural y ambiental con el currículo de ciencias implica abordar las particularidades, los contrastes y las similitudes en las redes de significados de las comunidades para contextualizar las interpretaciones sobre las formas de ver el mundo.
- EL-HANI, MORTIMER (2007) plantean que la *inclusión* frente a los temas de diversidad supone reconocer la pluralidad en las visiones del mundo de los estudiantes y dar lugar a procesos argumentativos en las clases de ciencias. Esta argumentación se sustenta en procesos dialógicos entre saberes, en los cuales, como menciona MA

- (2009), se deben reconocer que las actividades de los sistemas de conocimiento dinámicos, culturales e históricos se caracterizan por diversas cosmovisiones y formas de construcción y legitimación del conocimiento. Estos procesos de diálogo contribuyen a la construcción de escenarios interculturales que se centran en la diversidad cultural y ambiental presente en la escuela y en el entorno inmediato a ella. Desde esta perspectiva, según MILLAN, TORRES (2012), el diálogo intercultural permite valorar las diferentes cosmovisiones, u otras epistemes, por ejemplo, las tradicionales, ancestrales o populares, lo cual puede contribuir a la configuración de ciudadanía, que implica el reconocimiento de subjetividades individuales que contribuyan a las construcciones intersubjetivas de los colectivos, a la formación para la participación en los diferentes ámbitos de injerencia social y a la sinergia entre conocimiento y toma de decisiones.
- Desarrollar nuevas propuestas curriculares desde la diversidad cultural y ambiental conlleva a reflexionar sobre la formación de los futuros profesores de ciencias, como lo mencionan QUINTANILLA *et al.* (2006), al enunciar que se debe fortalecer la didáctica de las ciencias y el componente histórico epistemológico, para generar estrategias que contribuyan al cambio de las concepciones de los docentes, tanto a nivel inicial como continuo. En consecuencia, abordar la diversidad cultural y ambiental implica reflexionar y construir desde la diferencia para pasar de simples esquemas de aceptación multicultural a discursos y decisiones interculturales, como lo plantea GARCÍA (2009). Esto se relaciona con la necesidad que, en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, es fundamental el diálogo y los procesos de argumentación que soportan los escenarios de legitimación del conocimiento. Aquí, cabe señalar los aportes de COBERN, LOVING (2001), quienes plantean el pluralismo epistemológico como una posibilidad para abordar otras formas de conocimiento fuera del científico, que para otros pueden ser válidas. Sin embargo, distinguen el pluralismo de lo que se conoce como el relativismo, dado que el primero no implica que todas las ideas sean iguales en legitimidad y fiabilidad porque el nivel de argumentación y contrastación varían.
 - Los procesos investigativos, que se puedan desarrollar alrededor de este tema, conllevan a la ejecución de procesos de carácter interpretativo desde el paradigma del interaccionismo simbólico, teniendo en cuenta características de la investigación cualitativa que desde DENZIN, LINCOLN (1994) es visto como un campo de indagación por derecho propio, que entrecruza disciplinas, campos y problemáticas. Por otra parte, VASILACHIS (2013) plantea que la estrategia para explorar el mundo de la vida no es la observación exterior, sino la comprensión de las redes significativas de los sujetos (p. 24), teniendo en cuenta que la interpretación se necesita “para analizar narrativas y materiales de la vida, con el fin de tratar los casos de acción social, como actos de habla o eventos con propiedades comunes, estructuras recurrentes, convenciones culturales y géneros reconocibles” (ATKINSON, 2005, p. 6) lo cual implica analizar el contexto particular en el que interactúan los individuos y la influencia del contexto sobre sus acciones como lo afirma MAXWELL (1996). Finalmente, VASILACHIS hace una mención al contexto como situación de habla inmediata y también como la sociedad que se ubica en un tiempo y espacio específicos de la que forma parte dicha situación, sobre la cual se debe articular el respeto a la dignidad de las personas (2012), razón por la cual los procesos de escucha, de observación y de exploración de las interacciones cotidianas en la escuela y fuera de ella, en las cuales están inmersas preguntas, acciones o posturas, puede enriquecer las posibilidades de vinculación de la diversidad cultural y ambiental en el aula.

Referencias bibliográficas

- ABAD, D. Organización curricular de las identidades colectivas en España. **Revista de Educación**, 366, pp. 12-42. 2014.
- ADÚRIZ – BRAVO, A. **¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica.** Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO. 2005.
- ADÚRIZ-BRAVO A. La didáctica de las ciencias como disciplina. **Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica**, Salamanca: España, n. 17-18, pp. 61-74. 1999. Disponible en: <http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/0212-5374/article/view/3902>. **Visitado el: 02-2018.**
- AIKENHEAD, G. Science Education: Border Crossing into the Subculture of Science. **Studies in Science Education**, Saskatoon, Canadá, v. 27, pp. 1-52. 1996.
- AIKENHEAD, G.; JEGEDE, O. Cross-Cultural Science Education: A Cognitive Explanation of a Cultural Phenomenon. **Journal of Research in Science Teaching**, Saskatchewan: Canadá, v. 36, n. 3, pp. 269-287. 1999.
- ATKINSON, P. Qualitative Research – Unity and Diversity. **Forum: Qualitative Social Research**, Londres: Reino Unido, v. 6, n. 3, art. 26. 2005. Disponible en: <www.qualitative-research.net/fqs-texte/3-05/05-3-26-e.htm>. Visitado el: 02-2018.
- COBERN, W.; LOVING, C. Defining “Science” in a Multicultural World: Implications for Science Education. **Science Education**, Tallahassee: EE. UU., v. 85, pp. 50-67, 2001.
- COLE, M. **Psicología cultural. Una disciplina del pasado y del futuro.** Capítulo V. Poner la cultura en el centro. Traducido por: DEL AMO, T. Ediciones Morata. Madrid, España, 1999, pp. 113-137.
- COLOMBIA. Presidencia de la República, Consejería Presidencial para el Desarrollo Institucional Colciencias. **Informe de la Misión de Sabios: Colombia al filo de la oportunidad.** Tercer Mundo Editores. Bogotá, Colombia, p. 40. 1996.
- COLOMBIA. Ministerio de Educación Nacional. **Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales.** Bogotá: Colombia. 2006.
- COLOMBIA. Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. **Fundamentación Conceptual Área de Ciencias Naturales.** Bogotá. 2007.
- COLOMBIA. Ministerio de Educación Nacional. **Un Mundo de Competencias.** Disponible en: <<http://www.colombiaaprende.edu.co/html/competencias/1746/w3-article-243739.html>>. Visitado el: 02-2018.
- DENZIN, N.; LINCOLN, Y. Introduction: Entering the Field of Qualitative Research. In: **Handbook of Qualitative Research.** Sage Publications. California: EE. UU., pp. 5-18, 1994.
- DÍAZ, F.; HERNÁNDEZ, G. **Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista.** Mc Graw Hill, México D.F. 2007.
- DILLON, J. Science, the Environment and Education Beyond the Classroom. In: FRASER, B.J. *et al.* (eds.). **Second International Handbook of Science Education.** Springer International Handbooks of Education, 2012, pp. 1081-1095.
- DUARTE, J. Infancias contemporáneas, medios y autoridad. **Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud**, Manizales: Colombia, v. 11, n. 2, pp. 461-472. 2012.
- DUSSEL, I. **Los desafíos de las nuevas alfabetizaciones: Las transformaciones en la escuela y en la formación docente.** Instituto Nacional de Formación Docente, Argentina 2014.
- EL-HANI, C.; MORTIMER, E. Multicultural education, pragmatism, and the goals of science teaching. **Journal Culture Studies of Science Education**, Nueva York: EE. UU., v. 2, pp 657-702. 2007.
- FERNÁNDEZ, I. *et al.* Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, España, v. 20, n. 3, pp 477-488. 2002.

- GALLEGO, R. *et al.* **Historia social de la educación en ciencias en Colombia, segunda mitad del siglo XX.** Editorial Javegraf. Bogotá, Colombia. 2010.
- GARCÍA, N. **Diferentes, desiguales y desconectados.** Editorial Gedisa, España. 2009.
- GARCIA, J.; CAVASSAN, O. Os conceitos de ambiente, meio ambiente e natureza no contexto da temática ambiental: definindo significados. **Revista Góndola: Aprendizaje y Enseñanza de las Ciencias**, Bogotá, , v. 8, n. 2. pp. 61-75. 2013.
- GARCÍA, A.; IZQUIERDO, M. Contribución de la historia de las ciencias al desarrollo profesional de docentes universitarios. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: España, v. 32, pp. 265-281. 2014.
- GEERTZ, C. **La interpretación de las culturas.** Editorial Gedisa. Barcelona, España 2003.
- GONZÁLEZ, F. Aportes para una caracterización de las ciencias ambientales. In: O. SÁENZ (comp.) **Las ciencias ambientales: una nueva área de conocimiento.** Red Colombiana de Formación Ambiental, Bogotá: Colombia. pp. 29 -39. 2007.
- HALLIDAY, M.A.K. **El lenguaje como semiótica social. Interpretación social del lenguaje y del significado.** Fondo de Cultura Económica. México, 1982.
- HÖTECKE, D.; SILVA, C. Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. **Science & Education**, n. 20, pp. 293–316. DOI 10.1007/s11191-010-9285-4. 2011
- HUSSERL, E. **La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental.** Prometeo Libros, Buenos Aires: Argentina. 2008.
- IRZIK, G.; NOLA, R. A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. **Science & Education**, Nueva York: EE.UU., v. 20, pp. 567–607. 2011.
- IZQUIERDO, M. Relación entre la-historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias. **Revista Alambique**, Barcelona: España, v. 8. pp. 7-21. 1996.
- LODISH, H. *et al.* **Biología celular y molecular.** 5a. ed. Editorial Médica Panamericana. Bogotá, Colombia. 1186 p. 2006.
- MA, H. Chinese Secondary School Science Teachers Understanding of the Nature of Science-Emerging from Their Views of Nature. **Research Science Education**, Nueva York: EE. UU., n. 39, pp. 701-724. 2009.
- MATTHEWS, M. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. **Enseñanza de las Ciencias**, Auckland: Nueva Zelanda, v. 12, pp. 255-277. 1994.
- MAXWELL, J. **Qualitative research design. An interactive approach.** Sage. Thousand Oaks, California. 1996.
- MILLÁN, S., TORRES, H. Distancia entre el conocimiento mapuche y el conocimiento escolar en contexto mapuche. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, México D.F.: México, v. 14, n. 1, pp. 16-33. 2012. Disponible en: <<http://redie.uabc.mx/vol14no1/contenido-quintriqueo-torres.html>>. Visitado el: 02-2018.
- MOLINA, A.; MOJICA, L. Enseñanza como puente entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales. **Revista Magis Enseñanza de las Ciencias y Diversidad Cultural**, Bogotá: Colombia, v. 6, n. 12, pp. 37-53. 2013.
- MOLINA, A.; UTGES, G. Diversidad cultural, concepciones de los profesores y los ámbitos de sus prácticas. Dos estudios de caso. **Revista de Enseñanza de la Física**, Córdoba: Argentina, v. 24, n. 2, pp. 7-26. 2012. Disponible en: <http://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/8168>. Visitado el: 02-2018.
- MOSQUERA, C.; FURIÓ-MAS, C. J. El cambio didáctico en profesores universitarios de química a través de un programa de actividades basado en la enseñanza por investigación orientada. **Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, Valencia: España, v. 22, pp. 115-154. 2008.
- NIÑO, L.; DÍAZ, R. La formación de educadores en Colombia. **Revista Pedagogía y Saberes**, Bogotá, v. 12. pp. 5-16. 1999.

- PRADA, M. *et al.* **Subjetividad (es) política (s). Apuestas en investigación pedagógica y educativa.** Universidad Pedagógica Nacional. Net Educativa Editorial. Bogotá, Colombia. pp. 23 y 27. 2006.
- QUINTANILLA, M. *et al.* **Imagen de las metaciencias en la formación inicial de profesores de EGB.** Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 2006.
- SMITH, D.; GUNSTONE, R. Science Curriculum in the Market Liberal Society of the Twenty-first Century: Revisioning' the Idea of Science for All. **Journal Science Education**, Nueva York: EE. UU., v. 39, pp. 1-16. 2009.
- SURIEL, R.; ATWATER, M. From the Contribution to the Action Approach: White Teachers' Experiences Influencing the Development of Multicultural Science Curricula. **Journal of Research in Science Teaching**, Indianápolis: EE. UU., v. 49, n.10, pp. 1271-1295. 2012.
- UNESCO. **Declaración Universal de la Unesco sobre la diversidad cultural.** 31ª Reunión de la Conferencia General de la UNESCO. París. 2001.
- VAN DIJK, T.A. **Discurso y Contexto. Un enfoque sociocognitivo.** Capítulo 1: Hacia una teoría del Contexto. Editorial Gedisa. Barcelona, España. pp. 9-40. 2012.
- VASILACHIS, I. De 'la' forma de conocer a 'las' formas de conocer. In: DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y. **Manual de Investigación Cualitativa Vol. II. Paradigmas y perspectivas en disputa.** Gedisa. Barcelona, España. pp. 5-376. 2012.
- VASILACHIS, I. Investigación cualitativa: metodologías, estrategias, perspectivas, propósitos. In: DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y. **Manual de Investigación Cualitativa.** Vol. III. Estrategias de investigación cualitativa. Gedisa. Barcelona, España. 2013. Disponible en: <<http://www.ceil-conicet.gov.ar/2013/09/nuevo-capitulo-investigacion-cualitativa-metodologias-estrategias-perspectivas-propositos-por-irene-vasilachis/>>. Visitado el: 02-2018.
- VÁSQUEZ, A. *et al.* Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. **Argumentos de la Razón Técnica**, Sevilla: España, n. 4. pp. 135-176. 2001.
- WALS, A. *et al.* Tentative Directions for Environmental Education Research in Uncertain Times. In: **International Handbook of Research on Environmental Education.** Routledge, Nueva York, EE. UU., pp. 542-547. 2013.
- WERTSCH, J. **La mente en acción. Capítulo 1. La tarea del análisis sociocultural.** Aique Grupo Editor S.A. Buenos Aires, Argentina. pp. 35-63. 1998.
- ZAPATA, J. Contexto en la enseñanza de las ciencias: análisis al contexto en la enseñanza de la física. **Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 11, n. 2, pp.193-211. 2016.



LAS TIC COMO HERRAMIENTAS COGNITIVAS DE INCLUSIÓN EN CLASES DE FÍSICA PARA ESTUDIANTES DE ENSEÑANZA SECUNDARIA

ICTs AS COGNITIVE TOOLS OF INCLUSION IN PHYSICS CLASS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

TICs COMO FERRAMENTA DE INCLUSÃO EM AULAS DE FÍSICA COM ESTUDANTES DE ENSINO MÉDIO

Samuel Sanhueza Haro^{*}, Alicia Bravo Escobar^{}, Claudio Faúndez Araya^{***},
Eduardo Utreras Cofré^{****}**

Cómo citar este artículo: Sanhueza H. S., Bravo E. A., Faúndez A. C. y Utreras C. E. (2018). Las TIC como herramientas cognitivas de inclusión en clases de física para estudiantes de enseñanza secundaria. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 13(2), 306-324. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.12585>

Resumen

Se buscó conocer el impacto que tienen las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en estudiantes de física de educación media, con y sin necesidades educativas especiales. Se entienden las TIC como herramienta pedagógica para el aprendizaje, tanto significativo como de inclusión, de conceptos básicos de óptica, trabajo, energía y fluidos. Los contenidos que abarcó este estudio fueron en base al currículum que tiene el Ministerio de Educación de Chile para primer y tercer año de enseñanza media en módulo común. Se realizaron cuatro actividades en el laboratorio de computación, durante un mes, en el segundo semestre de 2015, en un colegio local. La técnica de recolección de información consistió en un pre- y post- de afinidad, aprendizaje significativo y de conocimientos de la disciplina. Se aplicaron recursos disponibles en red, como simulaciones interactivas, animaciones y videos. Para evaluar el rol que tienen las TIC, tanto en la vida académica como cotidiana de los estudiantes considerados en este estudio, se adelantaron dos encuestas: la primera, al comenzar este estudio, que consistió en

Recibido: 17 de octubre de 2017; aprobado: 15 de marzo de 2018

* Profesor de Ciencias Naturales y Física. Estudiante de Posgrado en Educación de la Universidad de Concepción, Chile. Correo electrónico: samuelsanhueza@udec.cl

** Magíster en Educación. Profesora de Física en Centro de Apoyo al Desarrollo del Estudiante (CADE) de la Universidad de Concepción. Profesora Física en Lycee Charles de Gaulle, Concepción, Chile. Correo electrónico: aliciabravo@udec.cl

*** Doctor en Ciencias Físicas. Profesor Asociado del Departamento de Física de la Universidad de Concepción, Chile. Correo electrónico: claudiofaundez@udec.cl

**** Máster en Didáctica de la Matemática. Magíster en Gestión Educativa. Unidad Técnico Pedagógica, Departamento de Administración Educacional, Florida, Chile. Correo electrónico: edutreras2002@hotmail.com

una tipo Likert de 5 niveles, y la final, de respuestas cortas sí o no, que abarcaba la opinión de los estudiantes desde las experiencias realizadas hasta la función que ellos atribuyeron al docente en el aula. Los resultados indican una ganancia conceptual media en aprendizaje, con un índice normalizado de ganancia de aprendizaje de Hake de 0,41 para algunos cursos; también muestran cambios en el trabajo colectivo, visualizados mediante el análisis de redes de afinidad y de colaboración para el aprendizaje. Todo esto reveló que los recursos tecnológicos facilitaron el proceso de enseñanza/aprendizaje para los estudiantes que presentan algún tipo de necesidad educativa especial; y a los que no tienen, se les facilitó la tarea.

Palabras clave: tecnologías de la información y de la comunicación, aprendizaje significativo, afinidad, necesidades educativas especiales.

Abstract

The aim was to learn about the impact of Information and Communication Technologies on high school physics students, with and without Special Educational Needs. We understand ICT as a pedagogical tool for learning basic concepts of optics, work, energy and fluids, both at the level of meaningful learning and inclusion. The contents of this study were based on the curriculum of the Ministry of Education of Chile for the first and third years of secondary education in a common module. We did four activities in the computer lab for one month in the second semester of 2015 at a local school. The information gathering technique consisted of a pre and post affinity, meaningful learning and knowledge of the discipline. We apply networked resources such as interactive simulations, animations, and videos. In order to evaluate the role that Information and Communication Technologies have in the academic and daily life of the students considered in this study, we used two surveys, the first one at the beginning of this study, which consisted of a 5-level Likert type, and the second one, with short answers Yes or No, which covered the students' opinion from the experiences carried out to the function they attributed to the teacher in the classroom. The results indicate an average conceptual gain in learning, with a normalized Hake learning gain rate of 0.41 for some courses, also shows changes in collective work, visualized through the analysis of affinity and collaboration networks for learning. All of this revealed that technological resources facilitated the teaching-learning process for students with some kind of special educational need; and for those without, the task was made easier.

Keywords: information and communication technologies, meaningful learning, affinity, special educational needs.

Resumo

O objetivo foi conhecer o impacto das Tecnologias de Informação e Comunicação nos alunos de física do ensino médio, com e sem Necessidades Educacionais Especiais. Entendemos as TIC como uma ferramenta pedagógica para aprender conceitos básicos de óptica, trabalho, energia e fluidos, tanto no aspecto da aprendizagem significativa como da inclusão. O conteúdo deste estudo foi baseado no currículo do Ministério da Educação do Chile para o primeiro e terceiro ano do ensino médio em um módulo comum. Fizemos quatro atividades no laboratório de informática durante um mês no segundo semestre de 2015 em uma escola local. A técnica de coleta de informações consistiu em uma pré e pós afinidade, aprendizado significativo e conhecimento da disciplina. Aplicamos recursos em rede, como simulações interativas, animações e vídeos. Com o objetivo de avaliar o papel que as Tecnologias de Informação e Comunicação têm na vida acadêmica e cotidiana dos alunos considerados neste estudo, foram utilizados dois inquéritos, o primeiro no início deste estudo, que consistiu em um tipo de Likert de 5 níveis, e o segundo, com respostas curtas Sim ou Não, que cobriam a opinião dos alunos a partir das experiências realizadas para a função que atribuíam ao professor em sala de aula. Os resultados indicam um ganho conceitual médio na aprendizagem, com uma taxa normalizada de ganho de aprendizado de Hake de 0,41 para alguns cursos, também mostra mudanças no trabalho coletivo, visualizadas através da análise das redes de afinidade e colaboração para o aprendizado. Tudo isso revelou que os recursos tecnológicos facilitaram o processo de ensino-aprendizagem para alunos com algum tipo de necessidade educacional especial, e para aqueles que não tinham, a tarefa foi facilitada.

Palavras chaves: tecnologias de informação e comunicação, aprendizagem significativa, afinidade, necessidades educativas especiais.



Atribucion, no comercial, sin derivados

[308]

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

e-ISSN: 2346-4712 • Vol. 13, No. 2 (jul-dic 2011), pp. 306-324

Introducción

América Latina y en especial Chile han evolucionado en sus prácticas educativas para transformar lentamente la exclusión en inclusión escolar (OSSA *et al.* 2014). Este cambio se inicia en el país austral en la década de 1960 con una reforma educativa que atiende a toda la población en edad escolar y que, actualmente, guía a grupos de profesionales integrales a lograr un diagnóstico e intervención oportunos en estudiantes que presentan dificultades de tipo intelectual, sensorial y las relacionadas con la sociabilización y comunicación; entre ellas, el trastorno por déficit atencional (TDA), trastorno del espectro autista (TEA) y discapacidad intelectual. Se entiende por trastorno por déficit atencional a una alteración que surge en los primeros años en la infancia de un niño, donde la característica principal es la poca atención y algunas veces imprudencia e impulsividad en sus acciones. El trastorno del espectro autista de niños consiste en una población que evidencia dificultades para sociabilizar y comunicarse con sus pares o adultos; y con discapacidad intelectual a los estudiantes que demuestran un razonamiento, una comprensión de conceptos y un aprendizaje más lento que sus pares (CHILE, 2018). Estas dificultades son denominadas necesidades educativas especiales (NEE) y se abordan mediante los Programas de Integración Escolar (PIE) (CHILE, 2013; LÓPEZ *et al.* 2014; OSSA *et al.* 2014; EDUCARCHILE, 2016).

Se destaca una Política Nacional de Educación Especial mediante los PIE, respaldados por el Ministerio de Educación de Chile (Mineduc), bajo la división de Educación Especial. Los niños que están en este proyecto son sometidos a un diagnóstico realizado por equipos multidisciplinarios, los cuales los categorizan según la evaluación profesional en función de las necesidades educativas y, posteriormente, el establecimiento educacional recibe una subvención específica en función de las NEE que manifiestan los estudiantes.

Dichos fondos se traducen en recursos de tipo humano, material, de diagnóstico y de apoyo a los

estudiantes que presentan algún tipo de NEE, que puede ser transitoria o permanente (LÓPEZ *et al.* 2014). Esto es un aporte para dar cumplimiento al derecho a la educación, “igualdad de oportunidades, a la participación y a la no discriminación” (CHILE, 2005 p. 67) de aquellos que presentan alguna necesidad educativa especial o NEE; asegurando “acceso, integración y progreso” (OSSA *et al.*, 2014 p. 3) de los estudiantes en el sistema educativo.

Se destaca la Ley 20.201 del año 2007, que tuvo por objetivo la elaboración del Decreto 170; el cual fija las normas, requisitos, evaluación diagnóstica y perfil de los profesionales que realizarán estas evaluaciones, para determinar así cuáles serán los estudiantes con NEE beneficiarios de la subvención del Estado (BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE, 2016) y la Ley 20.422 promulgada en 2010, denominada Ley de Discapacidad, que fomenta la inclusión educativa en Chile (OSSA *et al.* 2014). Estas políticas públicas, impulsadas por el Mineduc en los últimos años para dar atención a la diversidad de estudiantes, han generado un cambio favorable en la integración de ciertos estudiantes en la educación chilena mediante los PIE; los cuales intervienen en los estudiantes que presentan dificultades para lograr los aprendizajes, a través del apoyo de profesionales adicionales al docente.

Pero esto aún está lejano para alcanzar la total inclusión (ALBORNOZ, SILVA, LÓPEZ, 2015), ya que muchas veces estos niños son clasificados, lamentablemente, como *diferentes*, evidenciando con énfasis la graduación y tipificación de su discapacidad, incluso en algunos casos son llamados *portadores de un problema* (LÓPEZ *et al.* 2014; ALBORNOZ, SILVA, LÓPEZ, 2015). Pero, hoy en día, los establecimientos educacionales reciben orientaciones y capacitaciones ministeriales que permiten regular la normativa proveniente del Decreto 170, orientando a los docentes y directivos de los establecimientos educacionales a desarrollar una educación inclusiva en las aulas, que permita instalar procesos de enseñanza diversificados, para el logro de aprendizajes en estudiantes con NEE.

Pero, ¿qué se entiende por inclusión educativa? En la literatura podemos encontrar diversas respuestas a nuestro interrogante. Según BLANCO (2006), es un proceso que se centra en responder las múltiples necesidades de los estudiantes pertenecientes a una comunidad educativa, fomentando la participación para el aprendizaje y la cultura. Se debe tener como finalidad la no segregación. Por esto, los docentes encargados del proceso de integración de los estudiantes deben tener claridad de las metodologías a utilizar en los estudiantes para ayudar al proceso de enseñanza/aprendizaje. El bienestar de todos los estudiantes, considerándolos capaces para el aprendizaje, promoviendo y respetando cualquier tipo de diversidad; donde docentes y padres son parte de una comunidad de aprendizaje (DELGADO, 2007).

La inclusión educativa es un “movimiento orientado a transformar los sistemas educativos para responder a la diversidad del alumnado” (UNESCO 2006, citado por JUÁREZ, COMBONI, GANIQUE, 2010). Dicha diversidad es parte de las comunidades educativas, en las cuales se evidencian diferencias individuales entre los estudiantes, determinando diversos requerimientos para el logro de aprendizajes significativos. La transformación sistemática que fomenta la participación de los estudiantes “en la cultura, la comunidad y el currículum”; mediante procesos de innovación y mejoría educativa para superar así las barreras, y alcanzar el aprendizaje en centros educativos (AINSCOW, BOOTH, DYSON, 2006, citado por VILLEGAS, SIMÓN, ECHEITA 2014). Por otra parte, uno de los pilares de la inclusión educativa hace referencia a la igualdad de oportunidades que deben tener todos los estudiantes; según OSSA *et al.* (2014) la inclusión educativa es el proceso de igualdad en oportunidades para todas aquellas personas que han sido afectadas por la pobreza, capacidades diferentes, género, entre otras.

La Ley 20.845 trata acerca de la “inclusión escolar y entrega las condiciones para que los niños y jóvenes que asisten a colegios que reciben subvención del Estado puedan recibir una educación de calidad” (CHILE-Ministerio de Educación, 2015). Sin duda, uno de los propósitos de las políticas educacionales

que impulsa el Mineduc es el mejoramiento de la calidad de la educación, con lo cual se abre el camino a mejores oportunidades de enseñanza para los alumnos de educación especial. Según ARNÁIZ (2003, citado por VÁSQUEZ, 2015 p. 48), “la lucha por conseguir un sistema de educación para todos, fundamentado en la igualdad, la participación y la no discriminación en el marco de una sociedad verdaderamente democrática”. La inclusión educativa es un principio orientador de políticas y prácticas educativas; reconociendo y valorando la diversidad humana (DUK, MURILLO, 2016).

En ese sentido, se puede relacionar la inclusión educativa con la entrega de estrategias y alternativas a los niños que presentan problemas para lograr aprendizaje o que evidencian NEE, y para aquellos que no tienen dificultades, es un apoyo que les hace más expedita la tarea. Debemos considerar que las metodologías de enseñanza deben estar centradas en los estudiantes, suponiendo estrategias didácticas adecuadas para todos los estudiantes. Es así como el Decreto No. 83/2015 del Mineduc aprueba criterios y orientaciones de adecuación curricular para niños que presentan alguna NEE, a través de un modelo denominado *diseño universal de aprendizaje* (DUA), el cual constituye un enfoque didáctico creado con el propósito de dotar de mayor flexibilidad al currículum, a los medios y a los materiales; de modo que todos los estudiantes logren el aprendizaje, independientemente de sus características particulares (CHILE-Ministerio de Educación, 2015). De esta forma se promueve la concepción constructivista del aprendizaje, siendo los estudiantes los que tomen “una mayor participación dentro de este proceso” y el profesor pase a ser un guía (GARCÍA, SÁNCHEZ, 2009; FAÚNDEZ *et al.* 2015). Es aquí donde las TIC deben mirarse como una herramienta cognitiva para la obtención de aprendizajes significativos en los estudiantes de física a nivel de secundaria, ya que permiten a los docentes formular estrategias educativas óptimas, adaptadas a los estudiantes y transformando la docencia en un desafío para entregar educación a todos los participantes (MENA *et al.* 2012; FAÚNDEZ *et al.* 2014).

Uno de los elementos educativos, relevante como herramienta con la que los estudiantes se familiarizan más temprano, es el computador, así como mencionan BARBERÁ, SANJOSÉ (1990, p. 47), “el ordenador se convierte en un potente útil en manos del educador”. Por esto se seleccionó como herramienta TIC el computador, haciendo un cambio desde el triángulo didáctico tradicional al didáctico, incorporando TIC (MENA *et al.* 2012).

La sociedad está en permanente evolución, la educación debe adecuarse a las nuevas necesidades y cambiar las formas de abordar los problemas relacionados con el proceso de enseñanza/aprendizaje (GARCÍA, SÁNCHEZ, 2009). Como señalan CALDERÓN *et al.* (2015), las TIC están en constante cambio y han sido uno de los mayores fenómenos culturales en nuestra sociedad durante las últimas décadas. Estas se entienden como un conjunto de sistemas audiovisuales, internet, telefonía, telecomunicaciones, computadoras y diversos equipos que se integran en un formato de soporte, almacenamiento, procesamiento, recepción y transmisión digitalizada de la información (DOMINGUEZ, 2003. Para esto suelen usarse tantos programas informáticos como necesidades que se requieran cumplir. Funciones como entretenimiento, comunicación y aprendizaje son solo algunas características posibles de desarrollar.

Las TIC producen un impacto en el proceso educacional, traen asociadas un conjunto de

ventajas para estudiantes, docentes y el sistema en su conjunto, entre los que se puede mencionar, entusiasmo que puede y debe ser canalizado por docentes, hacia fines pedagógicos, con esto último nos referimos a educación; donde las TIC facilitan el desarrollo de los objetivos y las habilidades que deben desarrollar los estudiantes en la sociedad de la información. Si queremos un uso fructífero de las TIC en el aula, es necesario superar la brecha tecnológica entre estudiantes y profesores (CALDERÓN *et al.* 2015; PEÑATA *et al.* 2016; FAÚNDEZ *et al.* 2017).

Por esto, es esencial la participación del profesor en la aplicación de la tecnología a la enseñanza de los estudiantes bajo su responsabilidad. Sin su participación preponderante y activa, la enseñanza carece de continuidad y pierde su sentido. Los profesores necesitan estar motivados hacia el uso de las TIC. Para ello hay que mostrarles no solamente cómo se puede incrementar la calidad de su enseñanza, sino también que el uso de estos medios tecnológicos puede mejorar la calidad de sus propias vidas profesionales (VAQUERO, 1996).

La tabla 1 muestra que las tres experiencias realizadas en establecimientos educacionales que trabajan con inclusión han tenido resultados positivos respecto al desarrollo de competencias desde una mirada tridimensional (conocimientos, habilidades y actitudes) en sus respectivas áreas.

Tabla 1. Algunas experiencias para la inclusión mediante TIC.

Autor(es)	Características
CUADRADO, FERNÁNDEZ, 2010.	Propuesta de <i>software</i> educativo interactivo <i>online</i> , para el aprendizaje de arte, ciencias naturales, ciencias sociales, música, entre otras áreas del saber, para estudiantes con dificultades cognitivas, visuales o auditivas; con un enfoque en los intereses de los usuarios/estudiantes y su contexto sociocultural.
OCCELLI <i>et al.</i> 2014.	Aplicación de videojuego interactivo <i>Kokori</i> en tiempo real, para la enseñanza de biología celular a estudiantes de secundaria en Córdoba. Este recurso TIC permite visualizar la célula y sus componentes de forma tridimensional y superar etapas a través de misiones de viaje al interior de la célula.
SCHEIHING <i>et al.</i> 2013.	Plataforma educativa interactiva aplicada a estudiantes vulnerables de primaria y secundaria en la región de los Lagos, Valdivia y Aysén, para lograr aprendizajes significativos y competencias sociocomunicativas en el área del lenguaje, historia y ciencias sociales.

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, damos a conocer la metodología y resultados de nuestro trabajo de investigación para estudiantes de enseñanza secundaria con el fin de saber si las TIC, como herramientas cognitivas de inclusión en clases de física, muestran ser favorables en el proceso de enseñanza/aprendizaje para estudiantes que presentan alguna NEE.

1. Metodología

El diseño de esta investigación fue cuasiexperimental y de carácter cualitativo-interpretativo, en la que se realizó una evaluación al inicio y al final de la intervención, respecto a los conocimientos, los aprendizajes significativos y de la afinidad durante el segundo semestre de 2015, en un establecimiento educacional mixto y municipal de la ciudad de Concepción, región del Biobío, en Chile. Dichas evaluaciones cuentan con actividades en base al currículum nacional vigente para física en los cursos de primero, segundo y tercero de enseñanza secundaria, donde existen lineamientos con respecto a razonamiento y acciones pedagógicas que el docente debe seguir. Cabe mencionar que los instrumentos de recolección de datos han sido validados mediante un panel de expertos. Este fue implementado en un establecimiento bajo la modalidad científico-humanista, con estudiantes que presentan un índice

de vulnerabilidad escolar del 62,9 % (CHILE-Plan anual de desarrollo educativo municipal, 2016). Esta cifra puede interpretarse como estudiantes altamente propensos a conflictos familiares, sociales, económicos y psicológicos (CORNEJO *et al.* 2005). La muestra fue de 243 estudiantes entre 14 y 16 años de edad; donde 29 de ellos presentan alguna NEE, como: trastorno por déficit atencional, trastorno del espectro autista y discapacidad intelectual en distintos grados de complejidad.

En la tabla 2 se describen las unidades didácticas establecidas por el Mineduc (CHILE- Ministerio de Educación, 2016) para la modalidad común en el subsector física. Estas unidades didácticas plantean actividades de aprendizajes potenciadas por las TIC, las cuales se sustentan en las bases curriculares de enseñanza media en Chile, donde se indican que estas deben promover habilidades asociadas a: i) la utilización y aplicación para presentar y comunicar ideas y argumentos de manera eficiente y efectiva aprovechando múltiples medios (texto, imagen, audio y video); ii) utilización de aplicaciones para representar, analizar y modelar informaciones y situaciones para comprender o resolver problemas; iii) usos de tecnologías digitales, de internet y *software* especializados (preferentemente de código abierto y uso libre) en lectoescritura, matemáticas y ciencias.

Tabla 2. Contenidos a enseñar en primero, segundo y tercero de enseñanza media según Mineduc (CHILE, 2016).

Curso	Unidad	Descripción
Primero medio	La materia y sus transformaciones: la luz.	a) Reflexión y refracción de la luz. b) Formación de imágenes en espejos planos, curvos y lentes convergentes, divergentes y sus aplicaciones. c) Naturaleza de las ondas electromagnéticas, espectro electromagnético, aplicaciones y óptica del ojo humano.
Segundo medio	Fuerza y movimiento: los movimientos y sus leyes.	a) Trabajo, potencia mecánica, energía cinética, potencial gravitatoria y conservación de la energía mecánica.
Tercero medio	Fuerza y movimiento: mecánica de fluidos.	a) Presión en sólidos y líquidos, presión atmosférica, ecuación fundamental de la hidrostática, principio de Pascal y la máquina hidráulica. b) Principio de Arquímedes y principio de Bernoulli.

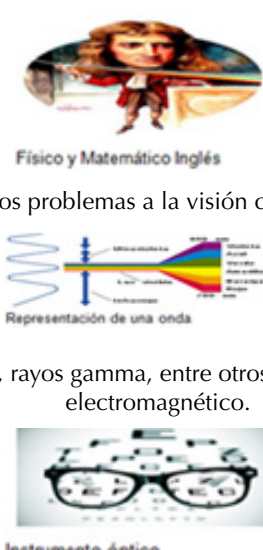
Fuente: elaboración propia.

Las actividades prácticas se realizaron en siete cursos de enseñanza media, donde el grupo estaba compuesto por estudiantes con y sin NEE. Estas sesiones se llevaron a cabo en el laboratorio de computación; se formaron grupos de dos o tres estudiantes a elección de ellos mismos y dependiendo del grado de afinidad; se potenció, en cada tarea, una línea de trabajo constructiva y de aprendizaje cooperativo. Al respecto, PÉREZ-POCH (2004) menciona que el rendimiento académico de los estudiantes mejora cuando se utilizan técnicas de aprendizaje cooperativo; GOIKOETXEA, PASCUAL (2002) afirman que “mejora el rendimiento académico en el formato de calificaciones cuando se fomenta el aprendizaje cooperativo” (citado por

DURÁN-APONTE, DURÁN-GARCÍA, 2013). Este estilo de aprendizaje cobra sentido en esta investigación, al potenciar habilidades del tipo social en los estudiantes que presentan alguna NEE.

El pretest y postest incluyeron preguntas de selección múltiple, habilidades de reconocimiento, diferenciación de conceptos, evaluación de actitudes sociales, científicas y aplicación; esto gracias a la plataforma *GoConqr* (ESPAÑA, 2017), que permite generar test *online* con resultados en tiempo real. Se realizaron 18 sesiones y cada una se ejecutó en dos horas pedagógicas o 90 minutos cada una, una última instancia de 45 minutos para responder el postest y una encuesta sobre TIC. En la tabla 3 se describe el formato de preguntas aplicados a la muestra.

Tabla 3. Formato de pre test aplicado a estudiantes con y sin NEE.

Contenido	Ítem	Tipo de pregunta	Habilidad
Ondas electromagnéticas	Selección múltiple	Un ejemplo de onda electromagnética puede manifestarse cuando: a) Gritamos y se produce un eco cerca de una montaña. b) Cuando un avión viaja a una velocidad supersónica. c) Cuando calentamos un sándwich utilizando un horno microondas. d) Utilizamos un silbato. e) Ninguna de las anteriores.	Reconocer
	Términos pareados	<p>Observa atentamente, luego une con una línea cada imagen con su recuadro que mejor la describe:</p>  <p>Físico y Matemático Inglés</p> <p>Es útil para corregir ciertos problemas a la visión como miopía e hipermetropía.</p> <p>Representación de una onda</p> <p>Junto a las microondas, rayos gamma, entre otros; forman el llamado espectro electromagnético.</p> <p>Instrumento óptico</p> <p>Mi trabajo sobre el estudio de la luz arrojó mi teoría corpuscular.</p>	<p>Analizar</p> <p>Comparar</p>

Continúa

Continuación

Trabajo y energía	Selección múltiple	La suma de todas las fuerzas que se ejercen sobre un cuerpo recibe el nombre de: a) Fuerza motriz. b) Fuerza restauradora. c) Fuerza de acción. d) Fuerza neta o resultante. e) Fuerza unidireccional.	Clasificar
	Desarrollo	Realice el ejercicio en la hoja que tiene y escriba el resultado en el cuadro inferior. La energía cinética que adquiere un camión de 1000 kg de masa que circula a una rapidez de 120 km/h es de:	Aplicación
Fluidos	Selección simple sin respuesta	Lea la pregunta y complete con V, si considera que la aseveración es verdadera, y F, si considera que es falsa: 1. ___ La densidad la podemos medir en $\left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}\right]$	Aplicación
	Situacional	Lee atentamente el texto, luego lee y realiza lo que se te indica en cada mandato. Deberás pensar muy bien tus respuestas y escríbelas en la hoja que tienes. CASO: Pedro estudia en un colegio donde tiene varios compañeros que aprenden mucho más rápido que él. Todas las tardes llega a su casa algo angustiado por no poder integrarse a un grupo de amigos. Cuando asisten al laboratorio de computación le fascina mucho, pero al momento de trabajar en equipo le cuesta bastante que socialice con sus pares. Mandato 1: Cuéntale al profesor de Pedro y algunos de sus compañeros las formas de poder integrarse al curso y así poder compartir más. Mandato 2: Explícale al profesor de Pedro y algunos de sus compañeros de qué forma él podría aprender mejor y más rápido. ¿Crees que es importante ayudarse entre compañeros cada vez que se pueda?	Análisis Comprensión

Fuente: elaboración propia.

Mediante una búsqueda en la Web, se llegó al Proyecto Arquímedes (ESPAÑA, 2004, 2008); Proyecto Newton (ESPAÑA, 2016), del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación de Profesorado (INTEF), la plataforma YouTube y simulaciones y actividades interactivas Phet de la Universidad de Colorado (ESPAÑA, 2002). Estos recursos, en su conjunto, se convierten en un aporte para el aprendizaje de todos los estudiantes en los niveles de enseñanza que involucran esta investigación. Los recursos se utilizaron para el primer y tercer nivel de enseñanza media, donde las actividades incluyeron secciones animadas, actividades interactivas, ejercicios en línea con respuestas, contenido en texto y una autoevaluación al final de cada sección.

En la tabla 4 se describen las unidades didácticas y los cursos a los cuales se aplicaron Proyecto

Arquímedes y Newton, Phet y YouTube; potenciando en cada actividad una línea de trabajo constructiva, favoreciendo el aprendizaje colaborativo y significativo de los estudiantes con y sin NEE.

Todas las actividades didácticas se aplicaron en función de las NEE de los estudiantes, comenzando por una encuesta sobre la utilidad que le asignan ellos a las TIC; para luego dar inicio a la toma de datos, con animaciones: simulaciones, videos y tutoriales. Finalmente estudiaron el efecto de las intervenciones mediante recursos web en el aprendizaje de la muestra.

2. Resultados

Para verificar la obtención de aprendizajes significativos en estudiantes con y sin NEE, se implementaron

Tabla 4. Resumen de las unidades y secciones aplicadas de los recursos TIC en esta investigación.

Curso: Primero Medio (A-B-C)		
Unidad: La materia y sus transformaciones: La luz		
Temas o secciones	Objetivos	Descripción
Experiencia 1: Propagación de la luz. Experiencia 2: Cámara oscura. Experiencia 3: Espejos cóncavos y convexos. Experiencia 4: Refracción de la luz. Experiencia 5: Descomposición de la luz natural en colores- Simulación Phet. Experiencia 6: Periscopio y Aparato de rayos X. Experiencia 7: El alfiler invisible.	-Explicar la reflexión y refracción de la luz. -Describir la naturaleza ondulatoria de la luz y reconocer la importancia del estudio de las ondas electromagnéticas y las aplicaciones que ellas tienen en la vida cotidiana. -Fomentar el aprendizaje colaborativo.	Los estudiantes observaron un breve video introductorio sobre la luz; y a continuación; mediante la plataforma Arquímedes, manipularon objetos cerca de espejos; describiendo la luz en forma de rayos. Luego, gracias a Phet, pudieron apreciar cómo el ojo humano percibe los colores y de qué está hecha la luz.
Curso: Segundo Medio A		
Unidad: Fuerza y movimiento: Los movimientos y sus leyes.		
Temas o secciones	Objetivos	Descripción
Contenidos: Fuerza, trabajo mecánico, energía y potencia. Actividades: completar texto, ver simulaciones de trabajo, potencia, energía y manipularlas. Animaciones: máquina de vapor, trabajo y potencia	Describir situaciones de la vida diaria donde se presentan los conceptos de trabajo y energía.	Los estudiantes observan un breve video introductorio, para luego generar una discusión entre el docente y los estudiantes. Además, trabajan en la plataforma Arquímedes y simulaciones Phet, con el fin de manipular situaciones que les permitan comprender el fenómeno físico.
Curso: Tercero Medio (A-B-C)		
Unidad: Fuerza y movimiento: Mecánica de fluidos.		
Temas o secciones	Objetivos	Descripción
Experiencia 1: Bebedero para el loro. Experiencia 2: El sifón. Experiencia 3: ¿Flota o se hunde? Experiencia 4: Tensión superficial. Experiencia 5: ¡La Paradoja Hidrostática a lo bestia!	-Explicar el funcionamiento y aplicaciones de máquinas hidráulicas mediante el principio de Pascal. -Aplicar el principio de Arquímedes para explicar la flotabilidad de los cuerpos.	Los estudiantes observan un breve video introductorio sobre el tema en cada clase y trabajan en la plataforma Arquímedes y en Phet para observar simulaciones y manipularlas.

Fuente: elaboración propia.

actividades didácticas basadas en TIC, las cuales muestran resultados del tipo cuantitativo y cualitativo. Esto se llevó a cabo en un establecimiento educacional municipal mixto con altos niveles de vulnerabilidad, en la región del Biobío, en Chile. Para esta investigación se consideró como grupo experimental a los estudiantes de primer, segundo y tercer año de enseñanza secundaria con NEE y, como grupo control, a estudiantes de los mismos cursos pero que no presentan NEE. Para ambos grupos la entrega de contenidos fue mediante las

mismas actividades didácticas basadas en TIC. Sin embargo, lo que se quiere deducir es si esta metodología didáctica tiene algún impacto positivo en el proceso de enseñanza/aprendizaje de los estudiantes con NEE.

En primera instancia, como método de indagación, los estudiantes respondieron en parejas una encuesta de 39 preguntas que consistió en una de tipo Likert de cinco niveles y cuatro dimensiones o aspectos que consideraban la integración y el uso que ellos le dan a las TIC a nivel académico

y en la vida diaria. El objetivo de esta encuesta fue recoger la valoración de los estudiantes en relación al empoderamiento de las TIC. Además, se busca de manera muy osada, determinar la factibilidad de cambiar las prácticas educativas tradicionales para que los docentes motiven a sus estudiantes a usar TIC y logren un aprendizaje significativo. La tabla 5 muestra los resultados promedios en porcentajes para cada dimensión de la encuesta tipo Likert aplicada¹.

Según algunos aspectos detallados en la tabla 5, 34,3 % de los encuestados está totalmente en desacuerdo frente a la dimensión sobre acceso a las TIC; esto significa que más de un tercio de los estudiantes opina que es difícil conectarse a internet tanto en sus casas como en el colegio; 33,3 % está totalmente de acuerdo con sus conocimientos generales sobre TIC; es decir sienten seguridad en los conocimientos básicos sobre tecnología. Un 29,4 % de la muestra está inseguro en las habilidades relacionadas sobre TIC. Un 34,34 % de los encuestados tiene una actitud favorable hacia el uso tanto educativo como de diversión de las TIC. En la figura 1 se visualiza el porcentaje promedio de respuestas sobre TIC que entregó la encuesta Likert.

La figura 1 presenta las cuatro dimensiones que se evaluaron en la encuesta inicial sobre TIC. Un 9,97 % de los encuestados cree que no posee los

conocimientos básicos ligados a computación y tecnología, lo que indica que aún queda trabajo por enseñar. El 32,7 % opina estar de acuerdo en que posee habilidades para operar con TIC. Un 34,34 % de los estudiantes cree que sus actitudes hacia las TIC son favorables para el aprendizaje y no solo diversión. Finalmente, un 34,3 % opina que aún es difícil tener conexión a la red global de información desde la comodidad de sus casas o desde sus colegios. En la tabla 6 se exhiben algunos resultados obtenidos para esta muestra de estudiantes.

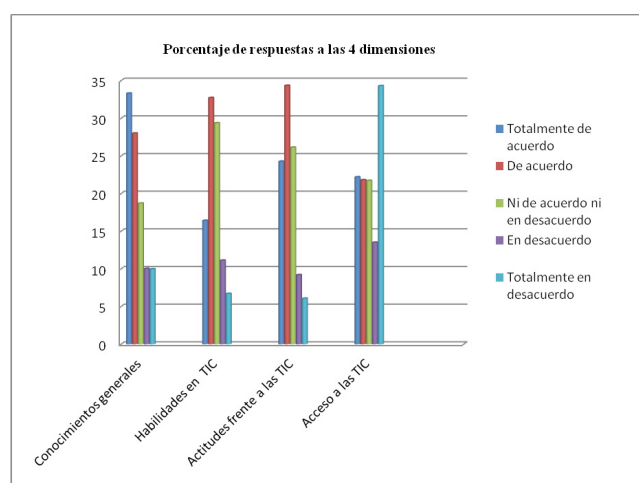


Figura 1. Porcentaje de respuestas de la encuesta tipo likert en porcentaje.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Dimensiones que se evaluaron en la encuesta sobre actitudes hacia las TIC mediante escala Likert.

Variables (%) Alternativas	Conocimientos generales	Habilidades en TIC	Actitudes frente a las TIC	Acceso a las TIC
Totalmente de acuerdo	33,30	16,40	24,26	22,18
De acuerdo	28,00	32,70	34,34	21,80
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	18,70	29,40	26,13	21,72
En desacuerdo	10,03	11,10	9,20	13,50
Totalmente en desacuerdo	9,97	6,70	6,07	34,30

Fuente: elaboración propia.

1 Para mayor información, respecto a las preguntas de la encuesta y los resultados, visitar <https://docs.google.com/forms/d/1sTUfVB7Z-SbGLIK5S53nseK8qTeJMixvDJxloIi7p8M/viewanalytics>.

Tabla 6. Aspectos, preguntas y resultados de encuesta sobre integración y uso de TIC.

Aspectos a evaluar: Los conocimientos generales sobre TIC	
Preguntas	Resultados
¿Es útil saber sobre sitios web educativos?	Un 50,7 % de los estudiantes que respondieron la encuesta afirma que está totalmente de acuerdo, lo que indica que aproximadamente la mitad de ellos utiliza los recursos tecnológicos para aprender y no solo para jugar.
¿Sé de al menos un <i>software</i> para aprender física u otra ciencia?	Los resultados muestran que un 11 % se encontró totalmente de acuerdo, un 16,4 % de acuerdo y un 21,9 % totalmente en desacuerdo. Aquí, el enunciado no menciona la utilización, solo el saber. Esto implica conversaciones entre pares sobre programas para aprender, indicaciones que vienen en los textos del Mineduc, entre otros. El desconocimiento de recursos que están disponibles para el aprendizaje por parte de los estudiantes de secundaria muestra que predomina la forma tradicional de enseñanza.
Aspectos a evaluar: Habilidades en el uso de TIC	
Preguntas	Resultados
¿Usar internet es solo para juegos, bajar películas y escuchar música sin lograr aprendizajes?	Un 5,5 % de los estudiantes está de acuerdo y en mayor porcentaje la elección ni de acuerdo ni en desacuerdo, con 31,5 %. Es interesante la visión que tienen los estudiantes de esta muestra, ya que al ser nativos digitales las posibilidades que entrega la red global son casi infinitas, y ellos lo hacen notar.
¿Reconozco que al usar un <i>software</i> educativo para aprender física, avanzaría más rápido en los contenidos que debo estudiar?	Un 49,3 % (36 estudiantes) contestó “de acuerdo” y un 5,5 % (4 estudiantes) opinan “en desacuerdo”. Esto evidencia que la utilización de TIC en las clases para la enseñanza de la física es un agente motivador para el estudiante.
Aspecto a evaluar: Actitudes frente a las TIC	
Pregunta	Resultados
¿Creo que la labor del profesor es la de guiarme si tengo dudas con el uso de un <i>software</i> educativo?	Un 37 % de los estudiantes opina que el rol del docente, al momento en que ellos se enfrentan a las TIC, es que el profesor sea un guía para su proceso de adquisición de aprendizaje; mientras un 5,5 % opina estar en desacuerdo con el enunciado. Esto proyecta el carácter constructivo que tuvieron las aplicaciones TIC en ellos, al considerar al docente como un guía para lograr aprendizaje.
¿Aprendería mejor los conceptos físicos mediante algún programa computacional?	Un 46,6 % opina que aprendería mejor teniendo como recurso un programa informático, mientras que un 5,5 %, opina estar en desacuerdo con este enunciado. Esto refuerza la tarea de la aplicación de TIC para el aprendizaje.
Aspecto a evaluar: Acceso a las TIC	
Pregunta	Resultados
¿Es fácil el acceso a un computador conectado a internet tanto en el colegio como en mi casa?	Un 34,2 % utiliza un computador con conexión a la red global en casa y en el colegio; mientras que un 11 % opina estar totalmente en desacuerdo. Estos valores indican que a pesar de estar en una era digital aún existe una brecha que se debe cubrir ya que 8 estudiantes siguen conectándose a la red global solo desde el colegio y no desde la comodidad de sus casas.

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis estadístico se realizó un pretest y postest; en conjunto con la ganancia de aprendizaje (tabla 7).

La tabla 7 muestra que, en general, el porcentaje de aprobación en el postest es mayor que en el pretest, lo cual se puede interpretar como que los estudiantes, en el postest, lograron adquirir los

conocimientos de la unidad y, por tanto, aumentar sus calificaciones. Respecto al coeficiente de correlación, el grupo experimental muestra un valor de 0,126, lo cual indica una baja correlación entre el pretest y postest, resultado que podemos interpretar como la brecha existente entre las notas del pretest y su alza en el postest.

Tabla 7. Estadística de pretest y postest para grupo control y experimental.

Grupos estudio	Media		Coeficiente de correlación de Pearson
	Pretest	Postest	
Grupo control	44,92 %	53,88 %	0,602
Grupo experimental	35,24 %	58,57 %	0,126

Fuente: elaboración propia.

En la figura 2a y 2b se aprecia una mejora tanto para estudiantes con NEE como para aquellos que no las tienen; con un porcentaje de rendimiento mínimo de 17 % en pretest para estudiantes con NEE y un máximo de 64 % en postest. Para los estudiantes sin necesidades educativas, el porcentaje mínimo de rendimiento promedio alcanzó 12 %; mientras que el máximo fue 97 %. En ambos grupos hubo un aumento para el postest, lo cual puede ser interpretado como que los estudiantes se mostraron más motivados al aprender física mediante TIC.

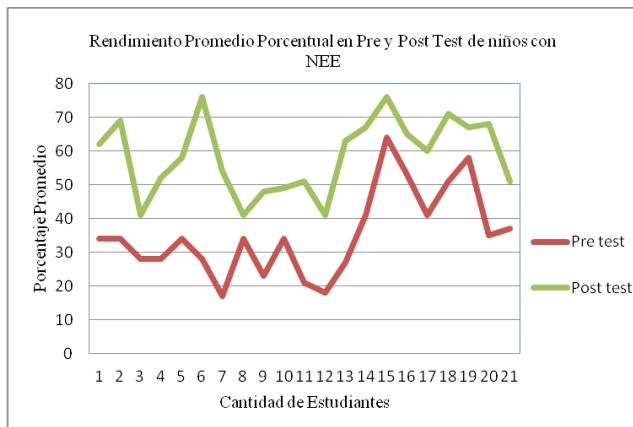


Figura 2a. Rendimiento porcentual de la muestra en pretest y postest para niños con NEE.

Fuente: elaboración propia.

Respecto a las calificaciones y ganancia conceptual de los estudiantes, para comprobar si los estudiantes adquirieron un aprendizaje significativo, se utilizó la herramienta estadística llamada *ganancia conceptual* o factor g de Hake (HAKE, 1998).

Según PÉREZ, BARNIOL (2009 p. 44) “los datos de la ganancia normalizada cuantifican el efecto de la instrucción y permiten determinar qué tanto se incrementó el desempeño de los estudiantes en esta pregunta con respecto a lo que podía mejorarse”. La aplicación de esta herramienta se lleva a cabo en las instancias de pretest y postest, evaluando la ganancia conceptual que se logra en el proceso de enseñanza, permitiendo distribuir a los estudiantes en rangos bajo, medio y alto de aprendizaje (FIAD, GALARZA, 2015; LARA-BARRAGÁN, 2008). La tabla 8 revela los resultados del análisis del factor g de Hake, obtenidos luego de aplicar pretest y postest a toda la muestra.

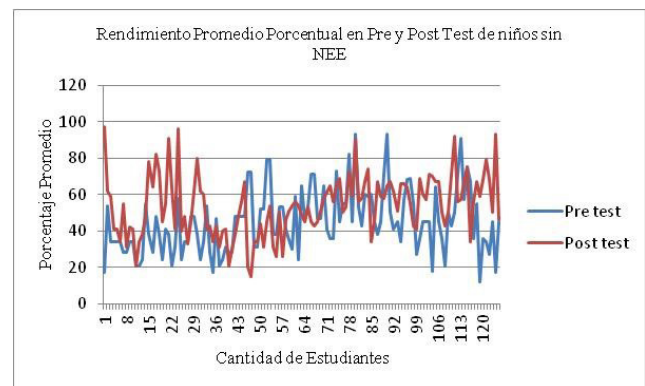


Figura 2b. Rendimiento porcentual de la muestra en pretest y postest para niños sin NEE.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Resultados del análisis del factor de Hake.

Curso	Ganancia conceptual		Significado	
	Con NEE	Sin NEE	Con NEE	Sin NEE
Primero Medio A	0,41	0,30	media	baja
Primero Medio B	0,31	0,14	media	baja
Primero Medio C	0,26	0,03	baja	baja
Segundo Medio A	0,15	0,14	baja	baja
Tercero Medio A	0,19	0,11	baja	baja
Tercero Medio B	0,38	0,25	media	baja
Tercero Medio C	-	0,41	-	media

Fuente: elaboración propia.

A pesar de que las notas obtenidas por los estudiantes en el postest son mayores respecto al pretest, la tabla 8 muestra que para algunos cursos la ganancia conceptual fue media o baja, considerando que la ganancia de aprendizajes depende de los resultados del pretest y postest.

Para conocer las opiniones de los estudiantes, una vez aplicados los recursos TIC y las evaluaciones para medición de su progreso, se les pidió responder de manera voluntaria una última encuesta sobre la apreciación que ellos asignaron a lo realizado. La encuesta estaba separada en cinco dimensiones o aspectos. La dimensión 1 correspondía a los aspectos generales de los recursos aplicados; la 2 abarcaba el currículum; la 3 era interactividad y diseño de las páginas estudiadas; la 4 era la aplicación que se tuvo en el aula, y la última corresponde al rol del docente. Esta encuesta era de respuesta corta, sí o no, y al final se pidió una observación general, también optativa. A continuación, se dan a conocer los datos más relevantes de un total de 24 enunciados.

Para la primera dimensión, respecto a aspectos generales, la pregunta sobre si existe una coherencia entre los contenidos, animaciones e imágenes que muestra la página Arquímedes, un 98,5% de los encuestados afirma estar de acuerdo con la pregunta. Solo 1,5% de los estudiantes no concuerda con esto. Respecto a la segunda dimensión, sobre aspectos curriculares, se les preguntó si las páginas les generan una confianza respecto de los contenidos; el 86,2% de los estudiantes opina que el contenido de los recursos TIC estudiados son de confianza, mientras que un 13,8% de los estudiantes creen que no lo son. Creemos que es bueno que exista una desconfianza, de manera tal que sean los propios estudiantes quienes busquen en otras fuentes, fomentando su espíritu indagador. La tercera dimensión, asociada a la interactividad y diseño, respecto a que si las páginas y videos se adaptan a su ritmo de aprendizaje, los estudiantes indican en un 86,2% una respuesta positiva. La cuarta dimensión, relacionada con el uso en el aula, se les preguntó si los recursos utilizados (como sitios web) generaron una motivación para aprender, a lo cual un 67,7% de

los encuestados opinó que los recursos estudiados actuaron como motivadores para el aprendizaje; un 32,3% indicó que no. Por último, en la quinta dimensión, sobre el rol del profesor, se les consultó si podría haber realizado todas las actividades sin la ayuda del profesor, a lo que solo un 12,3% opinó que las actividades sí la podrían haber realizado sin la guía del docente de asignatura. Este resultado revela la mirada que tienen los estudiantes hacia el profesor, un guía para su aprendizaje, ya que el 87,7% necesita la colaboración del profesor.

Respecto a las observaciones generales de los estudiantes, se registraron las que más se reiteraban entre las respuestas de los estudiantes, donde indicaban que:

- *El profesor es de ayuda para aprender.*
- *Las actividades son de fácil acceso y organizadas.*
- *Les gustan los laboratorios de computación, pero están descuidados.*
- *Les gustan estas actividades didácticas.*
- *No les gusta la física.*

Finalmente, como una forma de analizar los resultados de la implementación de TIC como metodología inclusiva, se inspeccionaron las redes de afinidad, así como las redes de aprendizaje significativo en todos los cursos donde se realizaron las actividades virtuales en las cuales participaron estudiantes con y sin NEE. Esto, “con el fin de poder estudiar el trabajo colectivo de los estudiantes, mediante el estudio y análisis de redes complejas” (ASTUDILLO *et al.* 2015).

En las figuras 3, 4 y 5 se muestran las redes de afinidad antes y después de la intervención y la red de colaboración de tres cursos; primero medio A (figura 3), segundo medio A (figura 4) y tercero medio A (figura 5) de enseñanza media. Además, se analiza e interpreta cada uno de estos grafos.

De la figura 3a y 3b se concluye que la diversidad observada se mantiene en tres grupos marcados, sin embargo se observa un notorio aumento del número de enlaces en la red de afinidad posterior. Según ASTUDILLO *et al.* (2015 p. 48), esto significa “que

los lazos de afinidad del grupo se intensificaron". Respecto a la colaboración, la figura 3c indica que el número de población no cambió; "esto se interpreta como que la información acerca de los aprendizajes tiene más caminos disponibles que el intercambio social, donde los estudiantes pudieron aprender unos de otros" (ASTUDILLO *et al.* 2015 p .48).

En la figura 4a y 4b concluimos que el comportamiento observado en el aula está marcado por dos grupos, considerando además un aumento de vínculos en el grafo de afinidad posterior a la intervención. Esto se traduce en una relación más cercana entre los estudiantes. Respecto al intercambio de aprendizajes, la figura 4c muestra el mismo número de poblaciones, sin embargo los enlaces de colaboración se intensifican en una cifra reducida de estudiantes. Esto puede interpretarse como que existen estudiantes

que facilitan a otros compañeros el proceso de enseñanza y la obtención de aprendizajes significativos.

De la figura 5a y 5b se concluye que se mantiene el mismo comportamiento antes y después de aplicada la intervención, pero se muestra un notorio aumento del número de enlaces en la red de afinidad posterior. Esto indica que los vínculos de afinidad del grupo se incrementaron generando un colectivo favorable para la obtención de aprendizajes significativos. Respecto a la red de colaboración, la figura 4c muestra una estructura análoga a 4a, lo que indica que se mantiene la cantidad de poblaciones, pero con una cifra menor de vínculos. Según esto, concluimos que para este curso el intercambio social presenta más vínculos respecto al intercambio de los aprendizajes.

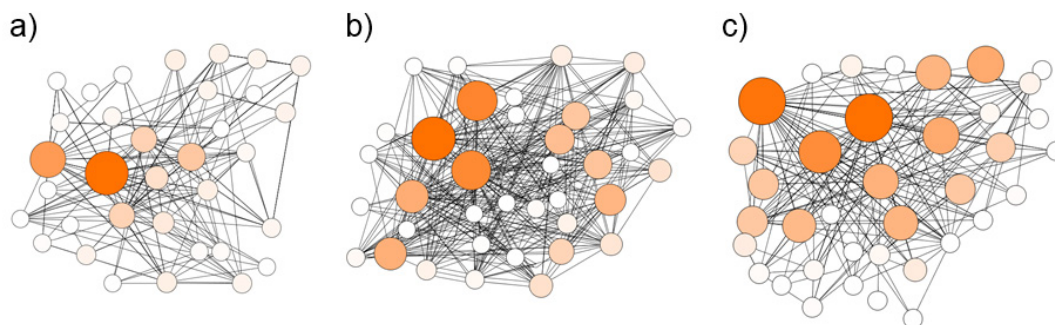


Figura 3. a) Red de afinidad antes de la intervención, b) red de afinidad después de la intervención y c) red de intercambio de aprendizajes del curso primero medio A de enseñanza media.

Fuente: elaboración propia.

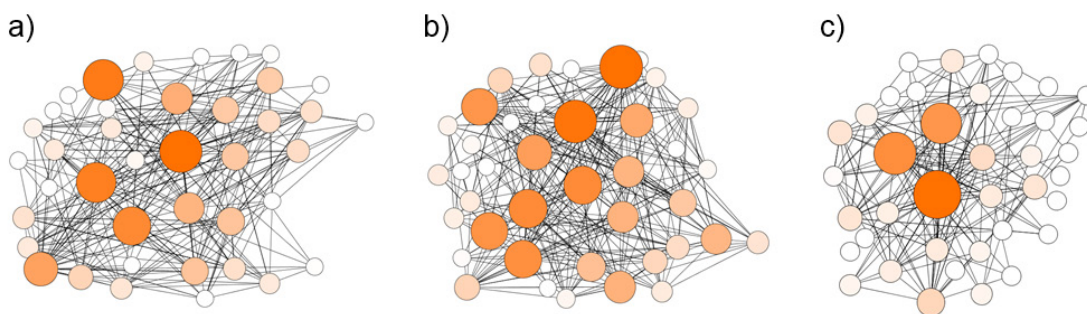


Figura 4. a) red de afinidad antes de la intervención, b) red de afinidad después de la intervención y c) red de intercambio de aprendizajes del curso segundo medio A de enseñanza media.

Fuente: elaboración propia.

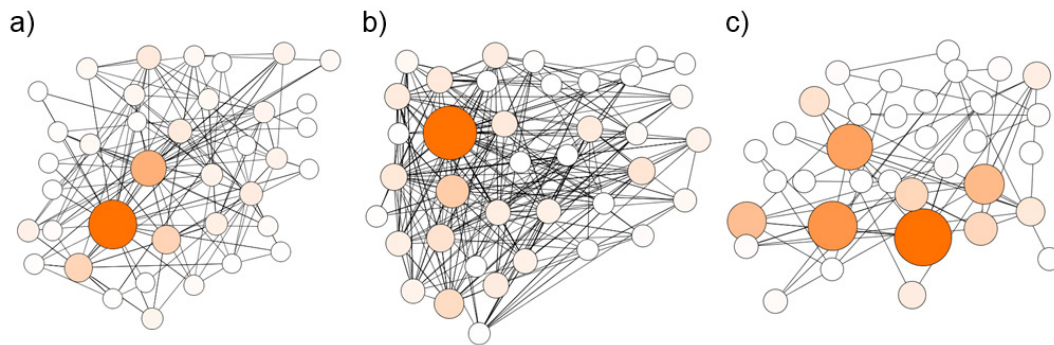


Figura 5. a) Red de afinidad antes de la intervención, b) red de afinidad después de la intervención y c) red de intercambio de aprendizajes del curso tercero medio A de enseñanza media.

Fuente: elaboración propia.

3. Conclusiones

La línea de trabajo de esta investigación se sustentó en las NEE y en determinar si las TIC son útiles para la inclusión de estos estudiantes al grupo curso. Al tener un mismo lenguaje es más fácil comunicarnos, de modo que al aplicar TIC todos en el curso hablan lo mismo. Simulaciones, animaciones y videos, forman un grupo de componentes que facilitan el proceso de enseñanza para el docente y de aprendizaje para los estudiantes.

Existe gran diversidad en estilos y ritmos de aprendizaje en una sala de clases; los estudiantes con NEE al igual que cualquier otro, requieren no solo aprender conceptos, sino que también adquirir herramientas para integrarse a la sociedad, sentirse parte y desenvolverse en ella (realidad física y social), su primer encuentro es sin duda el establecimiento y su grupo curso. Los estudiantes con necesidades especiales tienen el derecho de recibir una educación de calidad para lograr aprendizajes significativos; la implementación de TIC, pertinentes a su edad y contexto, hacen posible la inclusión; ya que al usar recursos virtuales el estudiante tendrá la posibilidad de manejar el mismo lenguaje que sus compañeros, potenciándose la equidad, en el sentido de entregar estrategias y alternativas a los niños que presentan NEE para que puedan alcanzar aprendizajes importantes.

Así, las TIC se convierten en una valiosa oportunidad para estos estudiantes, y para aquellos que no tienen dificultades, es un apoyo que les hace más expedita la tarea.

Considerando lo anterior, el docente debe ser capaz de ofrecer una respuesta educativa considerando la diversidad educativa, que evite la discriminación y haciendo hincapié en la igualdad de oportunidades para el aprendizaje. Por lo que es básico concientizar a los docentes de la necesidad y la importancia de introducir las TIC, desde un enfoque constructivista en su tarea formadora e incluso rehabilitadora, donde las tecnologías deben ser apreciadas como un camino hacia una mayor autonomía del individuo, siendo no solo un aporte desde lo teórico, sino que también promoviendo el desarrollo de diversos valores asociados al proceso. Por ejemplo, al utilizar simulaciones interactivas, se observaron actitudes de cooperación entre estudiantes, lo que fomenta actitudes de compañerismo entre pares. Siguiendo esta ruta, se corrobora que el Proyecto Arquímedes como eje central, en conjunto con Proyecto Newton, simulaciones interactivas Phet de la Universidad de Colorado, animaciones manipulables y videos tutoriales de ejercicios, contribuyen a mejorar las calificaciones de los estudiantes –con y sin NEE– y a potenciar el aprendizaje significativo; esto se evidencia con la aplicación de pretest y postest, donde el factor de Hake fue de 0,41 para algunos cursos

con necesidades de aprendizaje, obteniéndose una ganancia conceptual media en el aprendizaje. Además, las redes de afinidad y de colaboración muestran un claro aumento en la cantidad de enlaces, lo que significa que se intensificó la afinidad entre los integrantes del curso y que pudieron aprender unos de otros. Esto se relaciona de manera positiva con las encuestas realizadas, ya que un 6,07 % de los encuestados tiene una opinión en contra de las TIC para el aprendizaje y un 98,5 %, al finalizar la intervención, opinó que existió una coherencia entre los recursos utilizados y el contenido por aprender.

Finalmente, la incorporación de TIC en clases de física, como metodología de inclusión para estudiantes con NEE de enseñanza media, muestra ser favorable en el proceso de enseñanza de los docentes y de aprendizaje para los estudiantes. De esta forma, esta metodología puede considerarse fundamental a la hora de realizar planificación, actividades y evaluaciones en instituciones donde se incorporen estudiantes con NEE.

Referencias bibliográficas

- ALBORNOZ, N.; SILVA, N.; LÓPEZ, M. Escuchando a los niños: Significados sobre aprendizaje y participación como ejes centrales de los procesos de inclusión educativa en un estudio en escuelas públicas en Chile. **Estudios Pedagógicos**, Valdivia, v. 41, n. especial., pp. 81-96. 2015. Doi: 10.4067/S0718-07052015000300006.
- ASTUDILLO, H. *et al.* Evidencia de autoaprendizaje como manifestación de un comportamiento colectivo espontáneo en el aula. **Formación Universitaria**, La Serena, v. 8, n. 1, pp. 43-50. 2015. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062015000100006>.
- BARBERÁ, O.; SANJOSÉ, V. Juegos de simulación por ordenador: un útil para la enseñanza a todos los niveles. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 8, n. 1, pp. 46-51. 1990.
- BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE. Fija normas para determinar los estudiantes con necesidades educativas especiales que serán beneficiarios de las subvenciones para educación especial. N. 170. Santiago. 2016. Disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?id-Norma=1012570>. Visitado en junio de 2017.
- BLANCO, R. La equidad y la inclusión social: uno de los desafíos de la educación y la escuela de hoy. **Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación**, Madrid, v. 4, n. 3, pp. 1-15, 2006. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/551/55140302/>. Visitado en junio de 2017.
- CALDERÓN, S. *et al.* Aulas-Laboratorios de bajo costo, usando TIC. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 12, n. 1, pp. 212-226. 2015. Doi: 10498/16934.
- CHILE. **Plan Anual de Desarrollo Educativo Municipal (PADEM)**. Dirección de Administración de Educación Municipal de Concepción. Concepción. pp. 1-313. 2016.
- CHILE. Ministerio de Educación. **Política Nacional de Educación especial. Nuestro compromiso con la diversidad**. pp. 3-74. Santiago. 2005. Disponible en: <http://especial.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/31/2016/08/POLiTI-CAEDUCESP.pdf>. Visitado en agosto de 2017.
- CHILE. Ministerio de Educación. **Diversificación de la enseñanza**. Santiago. 2015. Disponible en: <http://especial.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/31/2016/08/Decreto-83-2015.pdf>. Visitado en junio de 2017.
- CHILE. Ministerio de Educación. **Currículum en línea. Programas de estudio de Física**. Santiago. 2015. Disponible en: <http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-propertyvalue-77542.html>. Visitado en junio de 2017.
- CHILE. Ministerio de Educación Especial. Santiago. 2018. Disponible en: <https://especial.mineduc.cl/>. Visitado en septiembre de 2017.
- CORNEJO, A. *et al.* SINAIE, **Sistema Nacional de Asignación con Equidad para Becas JUNAEB**. Gobierno de Chile, JUNAEB. Santiago. 2005. Disponible en: http://www.junaeb.cl/wp-content/uploads/2013/02/libro_junaeb.pdf. Visitado en junio de 2017.

- CUADRADO, I.; FERNÁNDEZ, I. Los entornos interactivos de las TIC y su influencia en la gestión de la diversidad del alumnado. In: 25 AÑOS DE INTEGRACIÓN ESCOLAR EN ESPAÑA: TECNOLOGÍA E INCLUSIÓN EN EL ÁMBITO EDUCATIVO, LABORAL Y COMUNITARIO. pp. 1-8. Murcia. Consejería de Educación, Formación y Empleo. 2010.
- DOMÍNGUEZ SÁNCHEZ-PINILLA, M. Las tecnologías de la información y la comunicación: sus opciones, sus limitaciones y sus efectos en la enseñanza. **Nómadas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences**, Madrid, n. 8, pp. 1-68. 2003.
- DUK, C.; MURILLO, F. Editorial: La inclusión como dilema. **Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva**, Santiago, v. 10, n. 1, pp. 11-14. 2016.
- DELGADO, W. Inclusión: Principio de calidad educativa desde la perspectiva del desarrollo humano. **Revista Educación**, Costa Rica, v. 31, n. 2, pp. 45-58. 2007.
- DURÁN-APONTE, E.; DURÁN-GARCÍA, M. Aprendizaje cooperativo en la enseñanza de termodinámica: estilos de aprendizaje y atribuciones causales. **Journal of Learning Styles**, Estados Unidos, v. 6, n. 11, pp. 256-275. 2013.
- EDUCARCHILE. Las necesidades educativas especiales. Santiago. 2016. Disponible en: <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=210659>. Visitado en mayo de 2017.
- ESPAÑA. **GoConqr: crecimiento a través del aprendizaje**. 2017. Disponible en: <https://www.goconqr.com/es>. Visitado en junio de 2016.
- ESPAÑA. Universidad de Colorado. **Phet: Simulaciones interactivas para ciencias y matemáticas**. 2002. Disponible en: <https://phet.colorado.edu/es/>. Visitado en agosto de 2016.
- ESPAÑA. Ministerio de Educación y Ciencia. **Proyecto Arquímedes**. 2004. Disponible en: <http://proyectos.cnice.mec.es/arquimedes/corredera.php>. Visitado en septiembre de 2016.
- ESPAÑA. Ministerio de Educación y Ciencia. **Proyecto Arquímedes**. 2008. Disponible en: <http://recursostic.educacion.es/ciencias/arquimedes2/web/>. Visitado en agosto de 2016.
- ESPAÑA. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. **Proyecto Newton**. 2016. Disponible en: <http://recursostic.educacion.es/newton/web/>. Visitado en julio de 2016.
- FAÚNDEZ, C. A. *et al.* Laboratorio Virtual para la Unidad Tierra y Universo como Parte de la Formación Universitaria de Docentes de Ciencias. **Revista Formación Universitaria**, La Serena, v. 7, n. 3, pp. 33-40. 2014. Doi: 10.4067/S0718-50062014000300005.
- FAÚNDEZ, C.A. *et al.* Taller de física cuántica: un método para introducir conceptos fundamentales en una actividad extracurricular. **Revista Formación Universitaria**, La Serena, v. 8, n. 2, pp. 53-62. 2015. Doi: 10.4067/S0718-50062015000200008.
- FAÚNDEZ, C. *et al.* Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos de termodinámica como herramienta para futuros docentes. **Revista Formación Universitaria**, La Serena, v. 10, n. 4, pp. 43-54. 2017.
- FIAD, S. B.; GALARZA, O. D. El laboratorio virtual como estrategia para el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de mol. **Revista Formación Universitaria**, La Serena, v. 8, n. 4, pp. 3-14. 2015. Doi: 10.4067/S0718-50062015000400002.
- GARCÍA, R.; SÁNCHEZ, D. La enseñanza de conceptos físicos en secundaria: diseño de secuencias didácticas que incorporan diversos tipos de actividades. **Latin-American Journal of Physics Education**, Ciudad de México, v. 3, n. 1, pp. 62-67, 2009. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3688959>. Visitado en marzo de 2017.
- HAKE, R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, Nueva York, v. 66, n. 1, pp. 64-74. 1998.
- JUÁREZ, J.; COMBONI, S.; GARNIQUE, F. De la educación especial a la educación inclusiva.

- Argumentos**, Ciudad de México, v. 23, n. 62, pp. 41-83. 2010. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57952010000100003. Visitado en mayo del 2017.
- LARA-BARRAGAN, A. Acerca de la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de Fuerza y Trabajo. **Latin-American Journal of Physics Education**, Ciudad de México, v. 2, n. 3, pp. 253-258. 2008. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2734658>. Visitado en marzo del 2017.
- LÓPEZ, V. *et al.* barreras culturales para la inclusión: políticas y prácticas de integración en Chile. **Revista de Educación**, Madrid, España, n. 363, pp. 256-281. 2014. Doi: 0.4438/1988-592X-RE-2012-363-180.
- MENA, I. *et al.* **Educación y diversidad, Aportes desde la Psicología Educacional**. Eds. UC. Santiago, Chile. 2012.
- OCCELLI, M. *et al.* Jugar y aprender biología celular: una experiencia con el video juego Kokori. In: XI JORNADAS NACIONALES Y VI CONGRESO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA. pp. 1-5. General Roca, Universidad Nacional de Río Negro. 2014. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/267777185_Jugar_y_aprender_biologia_celular_una_experiencia_con_el_videojuego_Kokori. Visitado en mayo del 2017
- OSSA, C. *et al.* Cultura y liderazgo escolar: Factores claves para el desarrollo de la Inclusión Educativa. **Actualidades Investigativas en Educación**, Costa Rica, v. 14, n. 3, pp. 1-23, 2014. Doi: <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v14i3.16157>.
- PEÑATA, P. *et al.* **Implementación de simulaciones virtuales en la enseñanza de física y química para la educación media en la subregión de Urabá, Antioquia**. pp. 1- 47. Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Ciencias Naturales y Matemáticas, Magíster en Ciencias Naturales y Matemáticas, Escuela de Ingenierías, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, 2016.
- PÉREZ, N.; BARNIOL, P. Efecto del perfil del tutor en el aprendizaje logrado al realizar un tutorial. **Revista de Investigación Educativa**, México, v. 8, pp. 38-49. 2009.
- PÉREZ-POCH, A. Aprendizaje cooperativo: implantación de esta técnica en dos asignaturas reformadas y evaluación de resultados. In: X JORNADAS DE ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE LA INFORMÁTICA. pp.95-101. Alicante. Universidad de Alicante. 2004. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Antoni_Perez-Poch2/publication/228799791_Aprendizaje_cooperativo_implantacion_de_esta_tecnica_en_dos_asignaturas_reformadas_y_evaluacion_de_resultados/links/0deec51f0f001f07c2000000.pdf . Visitado en mayo de 2017
- SCHEIHING, E. *et al.* La experiencia Kelluwen: tres años de desarrollo y puesta en práctica de una propuesta de innovación didáctica con uso de TIC. **Estudios pedagógicos**, Valdivia, v. 39, pp. 121-141. 2013. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052013000300009>.
- VAQUERO, A. Las TIC para la enseñanza, la formación y el aprendizaje. **Novática: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática**, Barcelona, n. 132, pp. 4-16. 1998.
- VÁSQUEZ, D. Políticas de inclusión educativa: una comparación entre Colombia y Chile. **Educación y Educadores**, Colombia, v. 18, n. 1, pp. 45-61. 2015. Doi: 10.5294/edu.2015.18.1.3.
- VILLEGAS, M.; SIMÓN, C.; ECHEITA, G. La inclusión educativa desde la voz de madres de estudiantes con Trastornos del Espectro Autista en una muestra chilena. **Revista Española de Discapacidad**, Madrid, v. 2, n. 2, pp. 63-82. 2014. Doi: <http://dx.doi.org/10.5569/2340-5104.02.02.04>.



HABILIDADES COGNITIVAS APRESENTADAS POR ALUNOS PARTICIPANTES DE UM PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO*

COGNITIVE SKILLS PRESENTED BY STUDENTS PARTICIPATING IN A PROJECT OF SCIENTIFIC INITIATION IN HIGH SCHOOL

HABILIDADES COGNITIVAS PRESENTADAS POR ALUMNOS PARTICIPANTES DE UN PROYECTO DE INICIACIÓN CIENTÍFICA PARA EDUCACIÓN MEDIA

Andreia de Freitas Zompero , Tiago Henrique dos Santos Garbim*** ,
Cinthia Hoch Batista de Souza**** , Diliane Barrichelo*******

Cómo citar este artículo: Zompero, A. F., Garbim, T. H. S., Batista de Souza, C. H. y Barrichelo, D. (2018). Habilidades cognitivas apresentadas por alunos participantes de um projeto de iniciação científica no ensino médio. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 13(2), 325-337. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.12838>

Resumo

Este estudo é resultado de uma atividade que busca averiguar a compreensão dos alunos e a manifestação de habilidades cognitivas sobre procedimentos referentes à ciência, como a identificação do problema a ser investigado, a elaboração de um plano de trabalho para resolvê-lo e os procedimentos para anotação dos dados. A atividade foi aplicada a um grupo de estudantes participantes de um projeto de iniciação científica para alunos do Ensino Médio, no início do projeto de iniciação científica, a fim de direcionarmos as atividades seguintes com base nos conhecimentos apresentados pelos alunos. Trata-se de um estudo qualitativo em que os estudantes responderam a três questões sobre uma situação problema que foi apresentada a eles com o intuito de identificar as habilidades cognitivas já mencionadas. Os resultados apontam que os alunos conseguiram identificar o problema a ser resolvido em uma determinada situação e a maneira como registrar os dados obtidos, porém apresentaram dificuldades em expor uma maneira de como resolver o problema, isto é, na elaboração de um plano de trabalho. A pesquisa evidenciou aspectos relevantes quanto à compreensão

Recibido: 11 de diciembre de 2017; aprobado: 09 de abril de 2018

* La autora manifiesta su agradecimiento a FUNADESP.

** Pós doutoranda em Ensino de Ciências (UEL). Docente do mestrado em Metodologias para Ensino de Linguagens e Tecnologias da UNOPAR. Correio eletrônico: andzomp@yahoo.com.br

*** Mestre em Biologia das Interações Orgânicas (UEM). Docente do curso de Ciências Biológicas da UNOPAR. Correio eletrônico: tiagogarbim@yahoo.com.br

**** Doutora em Ciências e mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, ambos na área Tecnologia de Alimentos (USP). Docente Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados da UNOPAR. Correio eletrônico: cinthia@unopar.br

***** Aluna do curso de Ciências Biológicas e de Iniciação Científica na UNOPAR. Correio eletrônico: dili_bio@hotmail.com.br

dos alunos e habilidades cognitivas que apresentam para resolução de uma situação problema com características pertinentes a uma investigação científica.

Palavras chaves: educação científica, capacidades cognitivas, procedimentos da ciencias.

Abstract

This study is the result of an activity that seeks to learn about students' understanding and the manifestation of cognitive abilities about procedures related to science, such as identifying the problem to be investigated, drawing up a work plan to solve it, and procedures for taking data. The activity has applied with a group of students participating in a scientific initiation project for high school level. It was planned at the beginning of the scientific initiation project, in order to direct the following activities based on the knowledge presented by the students. This is a qualitative study, in which, students answered three questions about a problem situation that was presented to them to identify cognitive abilities already mentioned. The results show that students were able to identify the problem to be solved in a particular situation and how to record the obtained data, but they presented difficulties in explaining a way of solving the problem, that is, in the elaboration of a work plan. The research evidenced relevant aspects regarding the students' understanding and cognitive abilities that present to solve a problem situation with characteristics pertinent to a scientific investigation.

Keywords: scientific education, cognitive abilities, procedures.

Resumen

Este estudio es el resultado de una actividad que busca estudiar la comprensión de los alumnos y su manifestación de habilidades cognitivas sobre procedimientos referentes a la ciencia, como la identificación del problema a ser investigado, la elaboración de un plan de trabajo para resolverlo y los procedimientos para la toma y análisis de datos. La actividad fue aplicada con un grupo de estudiantes participantes de un proyecto de iniciación científica con alumnos de educación media. Se planeó al inicio del proceso de iniciación científica, con el fin de dirigir las actividades siguientes a partir de los conocimientos presentados por los alumnos. Este es un estudio cualitativo en el que los estudiantes respondieron a tres preguntas sobre una situación problemática que les fue presentada para identificar las habilidades cognitivas ya mencionadas. Los resultados señalan que los alumnos lograron identificar el problema a ser resuelto en una determinada situación y la manera de registrar los datos obtenidos, pero presentaron dificultades en diseñar una manera de cómo resolver el problema, es decir, en la elaboración de un plan de trabajo. La investigación evidenció aspectos relevantes en cuanto a la comprensión de los alumnos y habilidades cognitivas que presentan para resolver una situación problema con características de una investigación científica.

Palabras clave: educación científica, capacidades cognitivas, procedimientos de las ciencias.



Atribucion, no comercial, sin derivados

[326]

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

e-ISSN: 2346-4712 • Vol. 13, No. 2 (jul-dic 2011), pp. 325-337

Introdução

As propostas para a educação em Ciências na atualidade apontam a relevância de que o ensino das disciplinas científicas contemple não somente conhecimentos de conteúdos, mas também proporcione o entendimento do fazer ciências, isto é, dos procedimentos em ciência, bem como favorecer aos estudantes o desenvolvimento de habilidades cognitivas que são próprias para educação científica.

O ensino com ênfase em conteúdos conceituais (ZABALA, 1998) não atende mais as necessidades formativas dos estudantes. Aprender Ciências envolve muito mais do que aprender conceitos, seus aspectos históricos e também os seus processos, no intuito de oportunizar que os estudantes sejam inseridos em um processo de alfabetização científica. De acordo com ABD-EL-KHALICK, BELL, LEDERMAN (1998), as principais organizações de educação científica preocupam-se cada vez mais com a preparação e alfabetização científica dos estudantes com intuito que as pessoas compreendam conceitos, princípios, teorias e processos da ciência. Nesse sentido, SASSERON, CARVALHO (2011) argumentam que a Alfabetização Científica, um dos principais objetivos do ensino das disciplinas da área de Ciências da Natureza, relaciona-se também ao entendimento pelos alunos de processos da ciência, bem como ao desenvolvimento de habilidades cognitivas para a investigação em Ciências. As autoras discutem a necessidade de que o ensino não seja vinculado à aprendizagem da terminologia, mas que seja oportunizado aos estudantes a compreensão de como se constrói o conhecimento científico, como por exemplo, entender a importância da dúvida, do problema; da elaboração de hipóteses; das estratégias para resolução do problema; da tomada de dados e de sua divulgação. As ideias dessas autoras são sustentadas por POZO, CRESPO (2008, p. 47) ao afirmarem que hoje em dia o ensino das Ciências da Natureza precisa adotar como um de seus objetivos prioritários a prática de ajudar os alunos a aprender e a fazer

ciência, ou, em outras palavras, ensinar aos alunos procedimentos para a aprendizagem de ciências. No entanto, os referidos autores apontam que pesquisas recentes sobre ensino e aprendizagem de Ciências mostram que os estudantes apresentam dificuldades na compreensão dos procedimentos científicos.

Sabemos que o ensino das disciplinas que envolve as Ciências da Natureza em nossas escolas, ainda permanece conteudista e que não contempla a aprendizagem de procedimentos referentes ao fazer em ciências. Porém, iniciativas tem sido adotadas para tentar reverter essa situação. Uma delas é a proposta de incluir projetos de iniciação científica júnior na Educação Básica, especialmente no Ensino Médio. A iniciação científica tem sido incentivada por entidades de pesquisa como o CNPq e, por isso, diversas escolas no país, tanto estaduais como particulares, têm adotado essa prática até mesmo inscrevendo os alunos participantes em programas de bolsas ofertadas pelo CNPq.

Diante do cenário educacional para as disciplinas que envolvem as Ciências da Natureza, a iniciação científica apresenta-se como uma alternativa ao ensino puramente tradicional oportunizando ao aluno a vivência com práticas científicas nas quais os estudantes podem ter oportunidade de compreender alguns procedimentos próprios dessa área de conhecimento.

Este estudo é parte de um trabalho mais amplo em que investigamos as habilidades cognitivas que são desenvolvidas por um grupo de alunos ao participarem de um projeto de iniciação científica. De acordo com os marcos referenciais para *Programme for International Student Assessment –PISA* (2012, 2015), o ensino de Ciências deve favorecer ao aluno o desenvolvimento de capacidades como reconhecer questões científicas, explicar fenômenos cientificamente e usar a evidência científica. Os marcos referenciais mencionados também apontam a necessidade de que nas disciplinas das áreas de Ciências da Natureza sejam oportunizadas aos alunos conhecimentos de conteúdo, epistêmico e procedimental (PISA, 2015).

Como toda atividade pedagógica que iniciamos com os alunos, é preciso saber quais conhecimentos eles trazem a respeito do que se pretende ensinar (AUSUBEL, 2000). Assim, neste estudo, apresentamos os resultados de uma atividade inicial realizada pelos estudantes participantes de um projeto de iniciação científica para responder qual o entendimento dos alunos e quais habilidades cognitivas mobilizam para resolver uma determinada situação-problema que apresenta elementos pertinentes a alguns aspectos sobre procedimentos científicos quanto à identificação do problema, elaboração de um plano de trabalho para resolver o problema e registro de dados. Dessa maneira, o objetivo deste estudo foi averiguar a compreensão dos alunos sobre os procedimentos do fazer ciências referentes aos aspectos mencionados acima.

Consideramos que essas informações são relevantes tanto para o desenvolvimento das atividades subsequentes do projeto, como para averiguarmos a compreensão dos alunos para resolverem situações que dizem respeito ao fazer científico, bem como a manifestação de habilidades cognitivas dos estudantes.

1. Marco teórico

As exigências da sociedade contemporânea apontam para a formação de estudantes com capacidades para identificar problemas bem como desenvolver determinadas capacidades para resolvê-los. Assim, ensinar as disciplinas de Ciências da Natureza exige do professor a utilização de práticas que possam atender a essas demandas educacionais. Nesse sentido, as propostas de ensino que envolvem a área de Ciências da Natureza justificam-se parcialmente conseguirem fazer com que os alunos e futuros cidadãos sejam capazes de enfrentar situações cotidianas, analisando-as e interpretando-as por meio de modelos conceituais e também dos procedimentos próprios da Ciência (MALAFAIA, RODRIGUES, 2008 p. 2). Nesse sentido, POZO, CRESPO (2008, p. 47), apontam que “pesquisas sobre ensino e aprendizagem de Ciências mostram dificuldades

e limitações dos estudantes no domínio de procedimentos científicos”.

O conhecimento científico desenvolve-se a partir da dúvida, de um problema. Por isso, é necessário que o estudante entenda o que é um problema, isto é, identifique em uma dada situação o que se procura resolver. Conforme BACHELARD (1997), para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Assim, quando não há questão, não há conhecimento científico.

De acordo com POZO (1998), um problema pode ser entendido como uma situação, que precisa ser resolvida mas não há um caminho rápido e direto, que leve a solução. Assim, há uma diferença entre problema e exercício. Para resolver o exercício utiliza-se de mecanismos, que levam de forma rápida a solução, com investimento mínimo de recursos cognitivos; a resolução do problema implica solução original e essa busca envolve novos conhecimentos.

Dessa maneira, SASSERON, CARVALHO (2017) concordam que assim como na construção de conhecimento científico, é preciso que os estudantes aprendam resolver problemas e procurem encontrar relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno. Nesse sentido, POZO (1998, p. 15) ressalta que “o objetivo final da aprendizagem da solução de problemas é fazer com que o aluno adquira o hábito de propor-se problemas e de resolvê-los como forma de aprender” Para CARVALHO (2011) é preciso que os alunos aprendam a realizar algumas etapas dos procedimentos realizados em ciência, como: resolver um problema, construir e testar hipóteses, dar explicações causais de forma argumentativa.

Desenvolver competências para investigação é também uma das propostas do Parâmetros Curriculares Nacionais das áreas de Ciências da Natureza. Conforme esse documento, essas competências são constituídas por identificação de dados e informações relevantes em situações problema para estabelecer estratégias de solução (BRASIL, 2002). O mesmo documento aponta que a competência para investigação, assim como outras para a educação

científica, são objetivos propostos para todas as etapas do aprendizado, mas em níveis diferentes e assim, construídas durante o percurso de desenvolvimento dos alunos. Por exemplo, observar, experimentar e investigar o mundo há necessidade de competências desenvolvidas na área de Ciências desde os primeiros anos do ensino fundamental. Dentre essas competências destacam-se: selecionar e utilizar metodologias científicas adequadas para a resolução de problemas, fazendo uso, quando for o caso, de tratamento estatístico na análise de dados coletados; formular questões, diagnósticos e propor soluções para problemas apresentados, utilizando elementos da Biologia (BRASIL, 2002 pp. 36-40).

Na literatura referente à educação científica, encontramos, por um lado, uma grande quantidade de publicações que apontam a importância do ensino aos estudantes de procedimentos realizados na ciência e por outros trabalhos que mostram a dificuldade de os alunos resolverem problemas. Uma dessas dificuldades está associada à memorização de soluções para resolver exercícios apresentados pelos professores. Isso se deve a prática do tipo de Ensino de Ciências ainda predominante em nossas escolas fundado na transmissão verbal do professor e na assimilação pelos alunos (CLEMENT, TERRAZZAM, 2012). Os autores ressaltam que muitos professores afirmam trabalhar com problemas em suas aulas, mas o que realmente fazem é propor a resolução de “simples exercícios”.

As demandas da sociedade atual frente ao desenvolvimento científico e tecnológico apontam para a necessidade de que o ensino nas áreas de Ciências da Natureza possam proporcionar o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes. Dessa maneira, ao invés de continuar a memorizar conteúdos, o aluno passa a desenvolver e exercitar habilidades que os possibilitem construir seus conhecimentos. Algumas das habilidades epistêmicas que podem ser estimuladas no ensino de Ciências Naturais são observar; descrever; identificar; comparar; coletar dados; experimentar; somar ideias; elaborar tabelas, gráficos e esquemas; sistematizar por meio de textos, maquetes, relatórios; interpretar

dados; relacionar; e organizar ideias (LABARCE, CALDEIRA, BORTOLOZZI, 2009 p. 5). Os autores defendem que pensar no desenvolvimento de habilidades cognitivas não subestima a importância da aprendizagem de conceitos científicos, ao contrário, é indispensável o desenvolvimento de habilidades do pensar por ampliarem a capacidade dos alunos de compreender novos conceitos científicos.

Em se tratando de habilidades cognitivas, ZOLLER (2001, 2004, 2013) salienta que o ensino nas escolas tem promovido com maior ênfase o desenvolvimento de habilidades cognitivas de baixa ordem (LOCS: *Lower order cognitive skills*). Essas habilidades são, por exemplo, lembra/recordar uma informação e aplicar conhecimentos em situações triviais ou para resolver exercícios. Ao contrário, as habilidades cognitivas de alta ordem (HOCS: *Higher order cognitive skills*), conforme o autor, são aquelas relacionadas com a resolução de problemas não familiares, capacidade de fazer conexões e pensamento avaliativo, o que pode ser promovido por atividades que exijam uma atividade intelectual mais elaborada do estudante. Nesse caso, os alunos precisam ter oportunidade de discutir, refletir e buscar soluções para problemas.

Conforme ZOLLER (1993), para aprender conceitos ou resolver problemas o aluno pode necessitar de diferentes demandas cognitivas que envolve tantas habilidades do tipo LOCS, como HOCS, mas o ensino deve avançar e levar o aluno a desenvolver habilidades do tipo HOCS.

A proposta de iniciação científica para o Ensino Médio é relativamente recente no currículo das escolas no Brasil. Porém, é uma perspectiva que pode atender às demandas educativas da educação científica e proporcionar aos alunos a compreensão não só de conteúdos, mas também de procedimentos da Ciência, bem como o desenvolvimento de habilidades cognitivas próprias para educação científica, conforme mencionamos acima.

A iniciação científica é definida por HOUAISS (2007) como o “Ato de dar ou receber os primeiros elementos de uma prática ou os rudimentos relativos a uma área do saber”. Conforme COSTA (2015),

tal definição pode ser reforçada com a análise dos documentos de ensino - Lei de Diretrizes e Bases de 1996 (BRASIL, 1996), Programa do Ensino Médio Inovador de 2009 (BRASIL, 2009), Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica de 2010 (BRASIL, 2010a), Resolução nº4 de 2010 (BRASIL, 2010b), Resolução nº2 de 2012 (BRASIL, 2012) e Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio de 2002 (BRASIL, 2002). A partir da análise desses materiais realizada pelo referido autor, podemos observar os respaldos necessários para o fomento da Pesquisa, além de indicações sobre a inserção da Iniciação Científica na proposta curricular do Ensino Médio.

Os materiais referidos acima estabelecem normas que visam a aprendizagem em todas as suas formas, objetivando a compreensão de fundamentos científicos e tecnológicos, para que os estudantes estabeleçam a relação entre teoria e prática. De tal maneira, o Estado deverá então promover o incentivo ao desenvolvimento científico, pesquisa e capacitação técnica, colocando o aluno frente à Programas de Incentivo à Ciência (BRASIL, 1988; 1996, 2009, 2010a). Para que o aluno seja iniciado cientificamente, os fatores expostos devem ser levados em consideração para que a aprendizagem e iniciação científica ocorram de fato e integrem trabalho, ciência, cultura e tecnologia.

2. Procedimentos metodológicos

Esta investigação caracteriza-se como qualitativa com enfoque descritivo e foi desenvolvida com dezesseis alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola particular de Londrina. Os estudantes participavam voluntariamente de um projeto de iniciação científica Jr promovido pela escola, vinculado a uma instituição de ensino superior (IES) no período de março a dezembro de 2017. O intuito da participação dos alunos no projeto foi proporcionar a eles o contato com a metodologia científica, visando aprendizagem de conteúdos como também de procedimentos em ciências. O projeto foi desenvolvido por professores de Biologia da escola

em parceria com o curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* (Mestrado) em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados. As atividades realizadas pelos alunos abordaram assuntos referentes ao leite e seus derivados, destacando características, análise de pH, conservação e procedimentos envolvidos em seu processamento e consumo. Para a condução das atividades, o professor de Biologia realizava uma discussão inicial em sala de aula na escola contextualizando o tema. Na sequência era apresentado um problema aos alunos referente às discussões que ocorreram na introdução. A partir desse problema, os alunos levantavam suas hipóteses, que eram discutidas em grupo para serem testadas no laboratório da universidade. Para finalizar os alunos produziam um texto conclusivo tendo por base o problema investigado, as evidências observadas no confronto das hipóteses, os dados e as informações obtidos em textos da internet que tinham acesso na escola ao retornarem da universidade. A condução das atividades era feita pelo professor de Biologia da escola, que os acompanhava na universidade juntamente com técnicos do laboratório e alunos do curso de mestrado que se dispuseram a trabalhar junto com os estudantes e ajudá-los na coleta e organização dos dados. Dependendo da atividade desenvolvida os estudantes retornavam várias vezes ao laboratório para observações e anotações de dados antes de produzirem o texto da conclusão.

Como pesquisadores, acompanhamos todo o processo e tínhamos por objetivo analisar algumas capacidades cognitivas desenvolvidas pelos alunos durante a iniciação científica Jr. Assim, foram necessárias aplicação de algumas atividades para levantar os conhecimentos dos estudantes antes de começarem os trabalhos na iniciação científica Jr.

Neste estudo apresentamos os resultados da primeira atividade que foi aplicada aos alunos com o intuito de averiguar a compreensão deles quanto a alguns aspectos do fazer científico. Foi entregue a eles uma folha contendo uma situação-problema para a qual deveriam responder individualmente algumas questões. O intuito de responderem individualmente foi para que pudéssemos identificar

seus conhecimentos. Essas informações nos seriam necessárias no desenvolvimento do projeto e também para confrontá-las com os conhecimentos deles após finalizarem o projeto. Abaixo apresentamos a situação-problema entregue aos alunos.

“Em uma cidade de um estado brasileiro foi constatado que a incidência de câncer de intestino é maior do que em outros lugares. Esse tipo de câncer tem origem genética, porém pesquisadores também verificaram que as pessoas nessa cidade consomem muita carne vermelha e produtos industrializados como salsicha, bacon e linguiça. Uma equipe de pesquisadores irá investigar esses casos de câncer”.

Imagine que você seja um dos pesquisadores que irá realizar essa investigação”

O que você vai investigar?

Como vai fazer?

Como vai registrar os resultados da sua investigação?

Essa atividade foi adaptada do livro “A Educação em Ciências com Orientação CTS” de VIEIRA, VIEIRA, MARTINS (2011). Os alunos responderam à situação problema. Após, o material foi recolhido para análise.

3. Apresentação e análise dos dados

As respostas dos estudantes, referentes às perguntas 1, 2 e 3, foram organizadas em categorias conforme as semelhanças apresentadas e analisadas em níveis de habilidades cognitivas de acordo com ZOLLER (2001) para identificação das habilidades cognitivas de baixa ordem (LOCS) e alta ordem (HOCS), tomando-se por base a classificação proposta pelas autoras SUART, MARCONDES (2008). As referidas autoras propuseram categorias em suas investigações, com base nos trabalhos de ZOLLER (1993, 2011) e SHEPARDISON, PIZZINI (1991), para melhor clarificar as habilidades cognitivas, do tipo LOCS e do tipo HOCS, manifestadas pelos alunos. As categorias propostas pelas autoras e que adaptamos para análise dos dados deste estudo foram:

não reconhece a situação -problema; reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado; identifica e estabelece controle para a seleção de informações; propõe maneiras apenas de como registrar os dados. Essas categorias foram propostas como sendo do tipo LOCS. Porém, a primeira indica apenas que o aluno não conseguiu identificar o problema e não uma habilidade cognitiva do tipo LOCS. As categorias do tipo HOCS propostas pelas autoras que utilizamos para classificar as respostas dos alunos foram: seleciona informações relevantes; sugere possíveis soluções para o problema ou relações causais entre seus elementos; propõe maneiras de registrar e como organizar os dados.

Importante salientar que essa classificação pode apresentar níveis diferentes, isto é, passando de uma habilidade cognitiva de baixa ordem para uma outra de alta ordem, conforme afirmam SUART, MARCONDES (2008).

Apresentamos as respostas dos alunos à pergunta 1 “O que vou investigar?”, no quadro 1. Nessa pergunta nosso intuito foi averiguar se os estudantes compreendem o que deverá ser investigado na situação apresentada.

Quadro 1: Respostas dos alunos à pergunta 1.

Categoria	Nº de alunos
1- Relação de ingestão de alimentos industrializados/carne vermelha com o câncer	5
2-A origem do câncer	6
3-A ocorrência do câncer nesta região/estado/cidade	1
4-Modo de produção desses alimentos	1
5-Investigar os abatedouros de porco	1
6-Células de pessoas com câncer comparado com outra sem câncer, investigar a carne também	1
7-Influência externa	1

Fonte: Dados da pesquisa

As categorias 1, 2, e 3 reúnem as respostas mais próximas ao que deve ser investigado na situação problema apresentada. As categorias de 4, 5, 6 e 7 apresentam respostas que não correspondem

adequadamente ao exposto na situação problema. Dessa maneira, podemos concluir que dos dezesseis alunos participantes do estudo, quatro não conseguiram identificar com clareza problema a ser investigado. As respostas dos alunos à pergunta 1 podem ser classificadas da seguinte maneira:

a. Não reconhecem a situação problema

Nesse grupo incluímos as respostas dos alunos que não reconheceram a situação problema. Referem-se às categorias 4, 5, 6, 7, representadas por 4 dos participantes do estudo, correspondendo a 25% dos participantes. São respostas que mostram que os estudantes não reconheceram adequadamente na situação problema o que deveria ser buscado.

b. Respostas do tipo LOCS: Reconhece a situação problema e identifica o que deve ser buscado

Como respostas do tipo LOCS estão classificadas aquelas encontradas na categoria 2, representada por seis alunos e correspondendo a 37,5% dos participantes. A resposta “a origem do câncer” demonstra que os estudantes apenas realizaram a identificação do problema, mas não apontam informações relevantes que são partes integrantes do problema. Por outro lado, a habilidade de identificar, aqui no caso considerando as informações que aparecem na situação problema, é uma habilidade considerada epistêmica conforme LABARCE, CALDEIRA, BORTOLOZZI (2009) e necessária que seja desenvolvida na educação científica.

c. Respostas do tipo HOCS: Seleciona informações relevantes

Nas respostas do tipo HOCS aparecem aquelas em que os alunos demonstram compreender o problema distinguindo informações relevantes e pertinentes para sua resolução. Essas respostas estão nas categorias 1 e 3 representadas por seis alunos o que corresponde a 37,5% dos estudantes.

Na respostas “relação de ingestão de alimentos industrializados/carne vermelha com o câncer”,

admitimos que os estudantes selecionaram informações que são chaves para identificação do problema como a relação entre ingestão de alimentos industrializados e carne vermelha com a incidência do câncer; a” ocorrência do câncer nesta região/estado/cidade” também apresenta elementos chaves para identificação do problema por indicar o questionamento sobre a doença com sua localidade.

Os dados desta questão mostram equilíbrio das respostas do tipo LOCS e do tipo HOCS, isso indica que um número satisfatório dos alunos conseguiu identificar na situação problema o que deveria ser resolvido. Esses dados apontam aspectos significativos na compreensão dos estudantes sobre os procedimentos da Ciência. A identificação do problema e do que deve ser respondido em sua resolução é uma compreensão significativa quanto aos procedimentos da Ciência e demanda determinadas habilidades cognitivas (SASSERON, CARVALHO, 2011).

Identificar a questão a ser analisada em dado estudo é uma capacidade proposta nos marcos referencias do *Programme for International Student Assessment* (PISA) de 2015. Nesse sentido, considerando ambas respostas, LOCS e HOCS, admitimos que os alunos obtiveram desempenho satisfatório nessa questão, visto que apenas 25% dos estudantes não reconheceram o que deveria ser investigado na situação apresentada.

Na pergunta 2 “*Como vou fazer?*” Tivemos a intenção de averiguar se os estudantes conseguem elaborar um plano de trabalho para resolver o problema. Desenvolver um plano de trabalho é uma das capacidades necessárias à investigação científica, conforme Carvalho (2006). As respostas a essa questão encontram-se no quadro 2.

Os dados mostram que as respostas dos alunos classificadas nas categorias 1, 4,5,7,8,10 e 12 apresentam mais clareza e mais detalhes em como resolver a situação proposta, realizando o levantamento de dados na população em aspectos que estão mais coerentes à situação problema. Nas respostas classificadas nas categorias 2,3, e 9, os alunos mostram uma discreta tentativa, mas sem muita clareza de detalhes sobre como resolver o problema proposto. Já

nas categorias 6 e 11, os estudantes não mostram compreensão na resolução do problema. Pensar em um plano de trabalho, isto é, uma maneira para resolução de problemas é também uma capacidade relevante para o aluno entender e desenvolver uma investigação (CARVALHO, 2006).

Quadro 2: Respostas dos alunos à pergunta 2.

Categorias	Nº de alunos
1-Analisar a composição dos alimentos industrializados	3
2- Realizar exames de sangue na população	2
3- Fazer perguntas aos moradores com os sintomas	2
4- Analisar a situação dos abatedouros e tratamento das carnes	1
5- Reunir os infectados e estudar seu histórico de saúde familiar	1
6- Investigar tal problema de pesquisa	1
7- Localizar as primeiras vítimas e analisando seu dia-a-dia, alimentação, atividades, etc	1
8- Coletar material genético desses pacientes com os de outro estado	1
9- Examinar as fábricas e mercados da região	1
10- Fazer uma avaliação em mortos	1
11- Ler artigos	1
12- Pegar amostras de DNA dos doentes e dos porcos e ver se tem alguma relação	1

Fonte: Dados da pesquisa

Abaixo indicamos a classificação das respostas dos estudantes em categorias LOCS e HOCS estabelecidas com base na proposta de SUART, MARCONDES (2008).

d. Resposta do tipo LOCS: Identifica e estabelece controle para a seleção de informações

As respostas indicadas por 2, 3, 9 apontam que os estudantes identificaram o problema, mas não apresentaram clareza de como selecionar os dados para sua resolução, apresentando nesse caso baixa demanda cognitiva, pois de acordo com ZOLLER (1993) demonstra que o aluno apenas reconhece ou recorda determinada situação a partir dos dados que

foram apresentados. As respostas estabelecidas nas categorias 1, 4, 8, e 10 apresentam indícios de que os alunos, além de identificarem o problema, mostraram também maneiras de como fariam para obterem informações para sua resolução. Apesar de essas respostas serem classificadas como LOCS, começam a apresentar características que podem evoluir para o tipo HOCS.

e. Resposta do tipo HOCS: Sugere possíveis soluções para o problema ou relações causais entre seus elementos

As categorias que exibem respostas em que os estudantes sinalizam com mais clareza relações de causa e efeito na tomada de informação para a resolução do problema são as respostas encontradas nas categorias 5, 7 e 12. Na categoria 5, a ideia de “reunir os infectados e estudar seu histórico de saúde familiar”, remete à intenção do aluno de relacionar o desenvolvimento do câncer com a origem genética dessa doença que foi indicada no problema. Na resposta 7 “localizar as primeiras vítimas e analisando seu dia-a-dia, alimentação, atividades, etc”, remete a ideia de estabelecer relações entre alimentação e hábitos de vida dos doentes que possam estar vinculados ao aparecimento do câncer. Já na resposta 12 “pegar amostras de DNA dos doentes e dos porcos e ver se tem alguma relação”, o aluno demonstra compreender que por meio da análise de amostras de DNA da carne de porco, com a qual é feita os alimentos embutidos e a análise de amostras de DNA dos doentes, seria possível encontrar alguma relação. Consideramos que neste caso, mesmo não sendo uma resposta plausível do ponto de vista científico, o aluno demonstrou coerência em seu raciocínio, mostrando a compreensão do problema e o estabelecimento de relação causal.

Na pergunta 3 “Como vou registrar os resultados da minha investigação?” tivemos por objetivo identificar se os alunos entendem como organizar dados em uma investigação, considerando que o registro de dados é uma das habilidades cognitivas que pode ser desenvolvida no ensino de Ciências da

Natureza, apontada na literatura por autores como LABARCE, CALDEIRA, BORTOLOZZI (2009). Os resultados estão apresentados no quadro 3.

Quadro 3: Respostas dos alunos à questão 3.

Categorias	Nº de alunos
1- Por escrito/anotações em cadernos	7
2- Registrar no computador documentos/pastas	4
3- Pesquisando nos laboratórios, experimentos	1
4- Registrar em livros e documentos impressos, ou criar uma rede que atualiza e manteria todos a par da pesquisa	1
5- Num cartão Micro-USD	1
6- Listar diferenças e similaridades	1
7- Registrar em uma tabela para depois comparar os resultados	1
8- Por casos separados tendo sempre uma conclusão para o caso e depois faria um gráfico	1
9- Eu formularia um gráfico	1
10- Em anotações de áudio gravados para reler ou ouvir várias vezes, além de manter uma cópia do histórico dos exames	1

Fonte: Dados da pesquisa

Os dados indicam que as respostas referentes às categorias 3 e 9 não estão de acordo com o que poderia ser entendido como registro de dados, sendo que esta última (9) refere-se a sua organização. Assim, esses alunos demonstram não compreender como podem ser feitas anotações dos dados em uma investigação. No caso da resposta correspondente à categoria 6, admitimos estar mais direcionada a maneira como a investigação poderia ser desenvolvida, isto é, ao plano de trabalho. No caso da categoria 10, a resposta direciona-se também a uma possível organização/análise dos dados.

Nas demais categorias, aparecem respostas pertinentes ao que seriam anotações de dados. Porém nessas respostas aparecem diferentes níveis de compreensão que podem ser classificadas em habilidades do tipo LOCS ou do tipo HOCS.

Para essa questão em que procuramos analisar habilidades para registrar dados, não encontramos nos trabalhos de SUART, MARCONDES (2009) categorias correspondentes que pudessemos utilizar

para classificar as respostas dos participantes. Assim, utilizamos como referência os estudos de ZOLLER (2004) para classificamos as respostas dos alunos em habilidades cognitivas de baixa e de alta ordem. Conforme esse autor, as habilidades cognitivas de alta ordem apresentam maior demanda cognitiva. Dessa maneira, os alunos que apenas indicam como os dados podem ser coletados, consideramos como habilidade cognitiva de baixa ordem. Por outro lado, quando indicam como esses dados podem ser coletados a fim de realizar algum tipo de comparação, admitimos apresentar habilidades cognitivas de alta ordem. A comparação estabelece o confronto entre fenômenos e a possibilidade de examinar simultaneamente várias situações para estabelecerem relações entre elas (LABARCE, CALDEIRA, BORTOLOZZI, 2009).

f. Respostas do tipo LOCS: Propõe maneiras apenas de como registrar os dados

As categorias 1, 2, 4, 5 e 6 apresentam respostas do tipo LOCS. Os estudantes indicam como fazer as anotações, representando um número total de 87,5 % das respostas. Propor maneiras de registrar dados é um processo necessário nas pesquisas científicas e relevante para a compreensão do aluno, mas requer baixa demanda cognitiva, pois relaciona-se à aplicação de um determinado procedimento para resolver o problema, conforme ZOLLER (1993).

g. Respostas do tipo HOCS: Propõe maneiras de registrar e como organizar os dados

As respostas classificadas nas categorias 7, 8 e 10 mostram-se mais elaboradas, apresentando intenção de além de anotar, também comparar os dados anotados (categoria 7) para uma análise e posterior conclusão (categorias 8 e 10). Comparar é uma habilidade que possibilita estabelecer relações entre fenômenos permitindo examinar as situações estudadas (CALDEIRA, 2005). Obter conclusões a partir dos dados coletados é uma das habilidades propostas para avaliar os estudantes no PISA de

2015. Esta habilidade é convergente com estudos de CALDEIRA (2005) quando a autora ressalta a habilidade de obter conclusões a partir de evidências observadas nos dados. As respostas consideradas como HOCS correspondem a 18,75% da questão 3. Importante ressaltar que pode haver níveis diferentes entre habilidades de baixa ordem para outras de alta ordem, conforme apontam Suart e Marcondes (2008). Dessa maneira, consideramos na pergunta 3 que as respostas dos alunos consideradas como LOCS estão muito próximas daquelas identificadas como HOCS.

4. Considerações finais

Os alunos já trazem para escola conhecimentos tanto declarativos como procedimentais. Identificar esses conhecimentos dos estudantes para elaborar as atividades de ensino é uma proposta de muitos teóricos da educação como AUSUBEL (2000).

Neste estudo tivemos por objetivo identificar as habilidades cognitivas manifestadas por estudantes ao participarem de uma atividade de um projeto de iniciação científica Jr. As habilidades cognitivas manifestadas pelos estudantes foram classificadas tendo por base os estudos de ZOLLER (1993) que classifica as habilidades em baixa ordem (LOCS) ou em alta ordem (HOCS). Conforme o autor, ambas são necessárias ao desenvolvimento cognitivo do aluno, no entanto, é necessário que as situações de ensino busquem oportunizar aos estudantes situações em que possam avançar para manifestações de habilidades de alta demanda cognitiva.

Os projetos de iniciação científica apresentam objetivos variados, dentre eles o de proporcionar aos alunos vivenciarem práticas condizentes ao fazer científico, isto é, aos processos da ciência para que além de conhecerem características das práticas em ciências, sejam também estimulados a desenvolverem uma postura questionadora, reflexiva e investigativa sobre os fenômenos da natureza, a utilização de seus recursos e de como a sociedade intervém no meio ambiente (MALAFAIA, RODRIGUES, 2008).

Admitimos que os estudantes participantes do projeto apresentam, em parte, conhecimentos satisfatórios quanto à identificação de um problema e anotações de dados, porém, dificuldades em propor soluções para resolver problemas com base em critérios da ciência. No entanto, consideramos ser possível que ao longo do projeto desenvolvam habilidades cognitivas do tipo HOCS.

POZO, CRESPO (2008) argumentam que o planejamento da resolução de problemas ou a execução de estratégias para resolvê-lo, ou ainda registrar por escrito o que deve ser observado, depende do domínio de técnicas. Conforme os autores, planejar estratégias para resolver o problema, bem como sua execução dependem de recursos cognitivos como a reflexão e o metac conhecimento associados aos conhecimentos declarativos de áreas específicas para exercer o controle e a execução de estratégias de como resolver o problema apresentado. Assim, as disciplinas que envolvem Ciências da Natureza não podem ser ensinadas sem a dimensão processual ou procedimental.

Os autores argumentam que o aprendizado de estratégias requer transferir o controle das tarefas para os alunos, assim, ressalta-se o papel mediador e orientador do professor e não de reprodutor e transmissor de conhecimentos. Assim, os projetos de iniciação científica são oportunidades significativas para que habilidades cognitivas possam ser aprimoradas para proporcionar aos estudantes capacidades esperadas no processo de Alfabetização Científica.

Referências Bibliográficas

- ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R.; LEDERMAN, N. *The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural*. **Science Education**, Hoboken, v. 82, n. 4, pp. 417-437, 1998.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Plátano. Lisboa. 2000.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Contraponto. Rio de Janeiro: Brasil. 1997.

- BRASIL. **Constituição Federal do Brasil de 1988.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 17 nov. 2016.
- BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 17 nov. 2016.
- BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+: ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL. **Portaria nº 971, de 9 de outubro de 2009.** Programa ensino médio inovador. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13439>. Acesso em: 17 nov. 2016.
- BRASIL. **Parecer CNE/CEB Nº 7, de 9 de julho de 2010a.** Diretrizes curriculares nacionais gerais para a educação básica. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&id=12992:diretrizes-para-a-educacao-basica>. Acesso em: 17 nov. 2016.
- BRASIL. **Resolução Nº 4, de 13 de julho de 2010b.** Define Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb004_10.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2016.
- BRASIL. **Resolução Nº 2, de 30 de Janeiro 2012.** Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17417&Itemid=866>. Acesso em: 17 nov. 2016.
- CALDEIRA, A.M.A. **Análise Semiótica do Processo de Ensino e Aprendizagem.** Tese de Livre-docência. Unesp. Bauru. 2005.
- CARVALHO, A. M. P. Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica. In: GATICA, M Q; ADÚRIZ-BRAVO, A (Ed). **Enseñar ciencias en el nuevo milenio: retos e propuestas.** Universidade Católica de Chile. Santiago. Chile. 2006.
- CARVALHO, J. S. F. A teoria na prática é outra? Considerações sobre as relações entre teoria e prática em discursos educacionais. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro: v. 16, n. 47, pp. 307-322. 2011.
- CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. Resolução de problemas de lápis e papel numa abordagem investigativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, Porto Alegre: v. 7, n. 2, pp. 98-116, 2012.
- COSTA, W. L. da. A. CTS (ciência, tecnologia e sociedade) na compreensão dos alunos que participam da iniciação científica no Instituto Federal do Paraná. 2015. 116 f. Tese (Mestrado em Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias) – Curso de Mestrado em Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias, UNOPAR, Londrina, 2015.
- HOUAISS, A. **Dicionário eletrônico da língua portuguesa.** 2007. Disponível em: <<http://houaiss.uol.com.br/busca.jhtm>>. Acesso em: 17 nov. 2016.
- LABARCE, E. C.; CALDEIRA. A. M. A.; BORTOLOZZI, J. A formação de conceitos no ensino de biologia e química **A atividade prática no ensino de biologia: uma possibilidade de unir motivação, cognição e interação.** Temas sobre a formação de conceitos. Editora UNESP. São Paulo. Brasil. 2009. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/htnbt/pdf/caldeira-9788579830419-06.pdf>>. Acessado em 20 de out. 2017.
- MALAFIA, G.; RODRIGUES, A. S. DE L. Uma reflexão sobre o ensino de ciências no nível fundamental da educação. **Ciência & Ensino**, São Paulo: v. 2, n. 2, jun. de 2008. Disponível em: <http://prc.ifsp.edu.br:3535/ojs/index.php/cienciaensino/article/view/181/140>. Acessado em 4 de nov. 2017.
- OECD-PISA. **Assessment and analytical framework: mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy.** 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>. Acesso em 15 de dezembro de 2017.
- OECD-PISA. **Draft Science Framework.** Paris, 2015. Disponível em: <http://www.oecd.org/>

- [pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf](https://pisa.pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf). Acesso em 15 de dezembro de 2016.
- POZO, J. I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Artmed. Porto Alegre. Brasil. 1998.
- POZO, J. I.; CRESPO, M.A.G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências. Do conhecimento cotidiano ao científico**. Artmed. Porto Alegre. Brasil. 2008.
- SASSERON, L.H.; CAVALHO, A.M.P. de. Alfabetização científica: uma revisão. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre: v. 16, n. 1, pp. 59-77, 2011. Disponível em: BIBLIOGRÁFIC http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf Acessado em 29 de out. 2017.
- SASSERON, L. H.; CAVALHO, M. P. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da Natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte: v. 17, n. especial, pp. 49-67, 2017.
- SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. **Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do Ensino Médio**. Em: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14, Curitiba, 2008.
- SHEPARDON, D. P.; PIZZINI, E. L. Questioning levels of junior high school science textbook and their implications for learning textual information. **Science Education**, United Kingdom, v. 75. n. 6, pp. 673-688, 1991.
- VIEIRA, R. M; VIEIRA, C.T; MARTINS, I.P. **A Educação em Ciências com orientação CTS: atividades para o ensino básico**. Areal Editores. Porto: Portugal. 2011.
- ZABALLA, A. A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas. Porto Alegre. Brasil. 1998.
- ZOLLER, U. Are lecture and learning: are they compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS. **Journal of Chemical Education**. Georgia. v. 3, n. 70, pp. 195-197. 1993.
- ZOLLER, U. Alternative assesment as (critical) means of facilitating HOCS-Promoting teaching and learning in Chemistry Education. **Chemistry Ed. Res. Practice Europe**, Londres, v. 1, n. 2, pp. 9-17. 2001.
- ZOLLER, U. Supporting 'HOCS Learning' via Students' Selfassessment of Homework Assignments and Examinations: Case Study. **Learning and Teaching in Higher Education**, Londres, v. 1, pp. 116-1181. 2004.
- ZOLLER, U. Science, Technology, Environment, Society (STES) Literacy for Sustainability: WhatShould it Take in Chem/ Science Education? **Educ. Quím**, México, v. 24, n. 2. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187=893-2013000200005X&lng=es&nrm-iso>. Acessado em 10 de novembro de 2017.



DICUMBA – O APRENDER PELA PESQUISA EM SALA DE AULA: OS SABERES CIENTÍFICOS DE QUÍMICA NO CONTEXTO SOCIOCULTURAL DO ALUNO

DICUMBA - LEARNING BY CLASSROOM RESEARCH: THE SCIENTIFIC KNOWLEDGE OF CHEMISTRY IN THE SOCIOCULTURAL CONTEXT OF THE STUDENT

DICUMBA - EL APRENDER POR LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA: LOS SABERES CIENTÍFICOS DE QUÍMICA EN EL CONTEXTO SOCIOCULTURAL DEL ALUMNO

Everton Bedin*, José Claudio Del Pino**

Cómo citar este artículo: Bedin, E. y Del Pino, J.C. (2018). Dicumba – o aprender pela pesquisa em sala de aula: os saberes científicos de química no contexto sociocultural do aluno. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 13(2), 338-352. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.13055>

Resumo

Com o propósito de promover mudanças significativas na prática pedagógica na rede pública de ensino, considerando o saber prévio e a ação do aluno enquanto autor da própria aprendizagem, este artigo tem por objetivo apresentar e refletir sobre o desenvolvimento de uma atividade docente em química centrada na aprendizagem cognitiva bilateral-universal do aluno a partir de uma proposta de ensino denominada *Dicumba*. Os dados, coletados por meio da observação participante durante as atividades desenvolvidas por 21 alunos da terceira série do Ensino Médio e intensificados pela aplicação de um questionário estruturado, foram analisados e interpretados à luz da Análise Textual Discursiva; os resultados foram expressos por meio do programa Statistical Package for the Social Sciences for Windows. Ao término, pode-se ajuizar que o Aprender pela Pesquisa é uma ação de beneficiar a aprendizagem do aluno de forma crítica, autônoma e reflexiva, despertando neste a curiosidade, a argumentação crítica e o interesse pela ciência por meio da problematização e do reconhecimento de novos saberes.

Palavras chaves: metodologia de ensino, investigação, ensino de química.

Recibido: 23 de febrero de 2018; aprobado: 26 de abril de 2018

* Doutor em Educação em Ciências. Atualmente, é professor na Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), campus Canoas – RS, e pós-doutorando em Educação em Ciências: química da vida e saúde na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre – RS. Correio eletrônico: bedin.everton@gmail.com.

** Doutor em Engenharia de Biomassa. Atualmente, é professor do PPG Ensino na Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES), Lajeado – RS, e professor do PPG Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre – RS. Correio eletrônico: delpinojc@yahoo.com.br.

Abstract

With the purpose of promoting significant changes in pedagogical practice in the public school system, considering the prior knowledge and action of the student as author of the learning itself, this article aims to present and reflect on the development of a teaching activity in chemistry, centered on the cognitive learning of the student from a teaching proposal called Dicumba. Data was collected through participant observation during the activities developed by 21 students of the third grade of High School and intensified by the application of a structured questionnaire, were analyzed and interpreted in the light of the Discursive Textual Analysis; the results were expressed through the Windows program Statistical Package for the Social Sciences. At the end, it can be argued that Learning by Research is an action to benefit student learning in a critical, autonomous and reflexive way, arousing his curiosity, critical argument and the interest in science through the problematization and the recognizing of new knowledge.

Keywords: teaching methodology, research, chemistry teaching.

Resumen

Con el propósito de promover cambios significativos en la práctica pedagógica en el sistema de educación pública, considerando el saber previo y la acción del alumno como autor del propio aprendizaje, en este artículo se presenta y se reflexiona sobre el desarrollo de una actividad docente en química centrada en el aprendizaje cognitivo bilateral-universal del alumno a partir de una propuesta de enseñanza denominada *Dicumba*. Los datos fueron recogidos por medio de la observación participante durante las actividades desarrolladas por 21 alumnos de educación media, e intensificados por la aplicación de un cuestionario estructurado, el cual fue analizado e interpretado a la luz del análisis textual discursivo; los resultados se expresaron a través del programa *Statistical Package for the Social Sciences* para Windows. En conclusión, podemos decir que el aprender por la investigación es una acción que beneficia el aprendizaje del alumno de forma crítica, y que despierta la curiosidad, la argumentación crítica y el interés por la ciencia a través de la problematización y el reconocimiento de nuevos saberes.

Palabras clave: metodología de enseñanza, investigación, enseñanza de química.



Atribucion, no comercial, sin derivados

[339]

Introdução

Ouvir, pensar, corroborar, refletir, argumentar criticamente e reconstruir saberes, conhecimentos e contextos são ações que estão intrinsicamente relacionadas a significação e a ressignificação contextualizada dos processos de ensinagem de forma autônoma, crítica e problematizadora à luz da formação significativa do aluno. Neste sentido, entende-se que o desenvolvimento dos processos de ensinagem na Educação Básica é o alicerce para uma mudança almejada não apenas na educação, mas em todo o cenário Brasileiro; logo, acredita-se ser necessário contemplar diferentes formas e metodologias de o professor atuar em sala de aula à luz da construção de um conhecimento real e valoroso para o aluno.

Contudo, como destaca BEDIN (2015, p. 41),

somente a utilização de processos, o emprego de técnicas e mudanças nas ações didáticas não são suportes o suficiente para fazer o estudante compreender e aplicar conceitos e métodos em seu dia a dia. O planejamento de instigar o educando a pensar, analisar e fazer, por meio de seus conhecimentos, mudanças dinâmicas no mundo atual, induz o professor à autorreflexão de suas práticas pedagógicas, pois a aquisição do conhecimento e o domínio de alguns significados ou conceitos científicos tornam-se efetivos quando se vive na ação concreta sobre a própria utopia de seu aprendizado.

Desta forma, acredita-se que instigar o aluno à pesquisa dentro da sala de aula, validando-se de ações que fazem com que este vincule a teoria estudada à prática da pesquisa centrada em algo de seu intuito e contexto, é uma forma significativa de fazê-lo entender e relacionar o conteúdo científico de química a partir do desejo de aprender e da curiosidade de entender. De outra forma, ao considerar a ação de instigar o estudante a ser autor do próprio desenvolvimento dos processos de ensinagem em sala de aula, o professor deixa de ser o cerne e passa a ser um facilitador/mediador do acréscimo destes processos.

Assim, tem-se que o aluno aprende a partir de seus atos, desenvolvendo-se cognitivamente de forma universal e bilateral a partir da interação com o outro e com o professor. Portanto, os processos de ensinagem ocorrem de forma dialética por meio da instrução e da educação, contribuindo de forma expressiva para a formação integral da personalidade dos sujeitos envolvidos; “a relação entre os processos de ensinar e aprender tem uma estrutura e um funcionamento sistêmico, isto é, está composto por elementos estreitamente inter-relacionados” (BEDIN, 2015, p. 41).

Assim, um processo instrutivo se deriva da concepção de que há a necessidade de, por meio da utilização de atividades lógicas, formar sujeitos inteligentes e capazes de enfrentar e solucionar situações-problemas. Por outro lado, o educativo é referência na formação de valores e sentimentos, os quais são identificados socialmente no sujeito que compreende o “desenvolvimento de convicções, vontade e outros elementos da esfera volitiva e afetiva que junto com a cognitiva permitem falar de um processo de ensino-aprendizagem que tem como finalidade a formação multilateral da personalidade do homem”. (FERNANDEZ, 1998, p. 2, apud BEDIN, 2015, p. 42).

Nesta perspectiva de ensino e aprendizagem em um viés dialético-colaborativo de trocas de saberes e conhecimentos por meio da interação cooperativa em sala de aula com vistas à pesquisa, este artigo tem por objetivo apresentar e refletir sobre o desenvolvimento de uma prática pedagógica em química centrada na constituição cognitiva bilateral-universal do aluno a partir de uma proposta de ensino denominada *Dicumba*; logo, o artigo, além de trazer significados sobre a metodologia supracitada, faz referências ao ato de o aluno Aprender pela Pesquisa, munindo-se de saberes químicos a partir daquilo que realmente lhe agrada, lhe interessa e lhe é útil.

A justificativa, relevância e inópia do presente artigo encontram-se nas veias da aprendizagem satisfatória e cooperativa, pois é por meio da própria ação de aprender que o aluno aprende não apenas

a pesquisar e a filtrar informações, necessariamente significativas, mas a conhecer-se e a constituir-se a partir do autor e do próprio contexto, afinal, como dizia PIAGET (1998, p. 156), não basta “encher a memória de conhecimentos úteis”, a composição cognitiva do sujeito se dá a partir de uma inteligência ativa; “é preciso que o estudante faça pesquisas por conta própria, possa experimentar, ler e discutir com uma parcela de iniciativa suficiente e não aja simplesmente por encomenda” (PIAGET, 1998, p. 156).

1. Desenvolvimento do tema

Aprender pela Pesquisa é uma forma de fazer com que o aluno sinta atração, afinidade e interesse pelo conteúdo científico de química que será, com o passar do tempo e dentro das especificidades e objetivos do professor, construído e reconstruído ao seu contexto sociocultural e sociohistórico. Contudo, é instigante definir o aspecto que aqui se detém sobre a ideia da pesquisa em sala de aula como protótipo de ensino a partir do contexto do aluno vinculada à metodologia *Dicumba*.

Distante de ostentar uma postura que supervaloriza a pesquisa “acadêmica” e que atribui a ela o status de pesquisa científica, o Aprender pela Pesquisa, ramificado da metodologia *Dicumba*, aproxima-se de uma concepção que defende o ato de pesquisar como uma parte integrante e importante da atuação do saber contextual e problematizador do aluno para o desenvolvimento dos conteúdos curriculares da ciência química. Portanto, pressupõe a aproximação entre os saberes científicos e do senso comum, o professor e o aluno, a escola e a sociedade, a teoria e a prática e, dentre outros aspectos, o fazer e o dizer pedagógico no campo da educação.

Nesta perspectiva, parte-se do pressuposto básico de que a pesquisa realizada pelo aluno a partir de seu interesse e desejo por um tema, a fim de entender, em meio ao desenvolvimento de competências e habilidades à luz da prática pedagógica, um conteúdo científico é componente importante de seu desenvolvimento cognitivo. Tal pressuposto

está ancorado numa concepção ampliada sobre a qualificação dos processos de ensinagem, tendo o aluno como autor da sua própria formação, aquela que não se encerra na Educação Básica, mas envolve um processo contínuo, que se estende ao longo de todo o desenvolvimento e maturação do pensamento, da reflexão e da argumentação crítica construtiva.

De outra forma, por meio da proposta de ensino denominada *Dicumba – desenvolvimento cognitivo universal-bilateral da aprendizagem* – que se vincula a ação do Aprender pela Pesquisa, não necessariamente de forma formal em sala de aula, proporciona ao educando um desenho diferenciado de fazer e ser parte da constituição do saber em sala de aula, ampliando significados para além dos conteúdos curriculares; o Aprender pela Pesquisa, além de propiciar uma forma investigativa e problematizadora de aprender, modificando o ambiente da sala de aula para um viés dinâmico e de interação entre alunos e professor, propõe a este último uma prática reflexiva, modificando qualitativamente sua identidade docente, suas práticas pedagógicas e seu processo educativo.

Neste viés, segundo BASSO, NEVADO, FAGUNDES (2003), é extremamente importante compreender que a aprendizagem emerge na relação do indivíduo com seu contexto, considerando os meios social e cultural, pois na interlocução entre os saberes existentes e inexistentes o conhecimento é arquitetado, isto é, a aprendizagem emerge a partir da relação dos sujeitos com os diferentes saberes científicos e tecnológicos que desejam aprender e se apropriar.

STEFANO (2006 p. 72) corrobora com esta ideia afirmando que “[...] a pesquisa pode ser utilizada como atividade inovadora do conhecimento que ativa a capacidade de procurar por algo diferente e novo”. Ou seja, quando o aluno começa a pesquisar para aprender ele deixa de ser um reproduzidor daquilo que memoriza ou copia, refletindo e construindo argumentos críticos sobre aquilo que investiga por meio da curiosidade.

Assim, a proposta metodológica *Dicumba* está vinculada a concepção de que o aluno define/escolhe um tema de interesse à pesquisar e, posterior socialização argumentativa ao professor e aos colegas, realiza novas pesquisas a partir de direcionamentos de cunho científico no viés da ciência química, realizados pelo professor. Acredita-se que a ação de estudar por meio da pesquisa centrada naquilo que é de interesse do aluno é suficientemente significativo para minimizar os incidentes críticos enfrentados diariamente pelos professores em sala de aula, assim como o número exacerbado de evasão e reprovação de alunos no Ensino Médio.

A pesquisa, na visão de MARTINS (2005 p. 75), “é um instrumento pedagógico destinado a melhorar a qualidade da aprendizagem [...], a romper a monotonia do enfadonho blábláblá diário e tornar a sala de aula um espaço dinâmico, no qual os alunos sejam participantes ativos da sua própria formação”. A proposta *Dicumba* propõe a aprendizagem científica centrada no contexto do aluno, pois este, após realizar uma varredura universal sobre um tema que o desperta e o instiga à aprendizagem, desenvolve-se cognitivamente em meio a autonomia e a criticidade; “a autonomia propiciada pela pesquisa implica, além da capacidade de questionar, de argumentar e relatar, tomar iniciativa frente a sua aprendizagem” (STEFANO, 2006 p. 77).

Todavia, para que o aluno desenvolva competências e habilidades científicas para argumentar criticamente, é necessário que, por meio do Aprender pela Pesquisa, consiga tornar-se um ser questionador sobre aquilo que pesquisa e, principalmente, sobre o elo destes saberes universais com os conteúdos curriculares da ciência química, pois através do questionamento o aluno cria e recria situações que pode, na visão de GRILLO *et al.* (2006 p. 4), “survir como resposta a uma dúvida, a uma pergunta, a um problema e encaminha à procura ou busca de soluções”.

Assim, acredita-se que o questionamento que emerge no Aprender pela Pesquisa é uma forma de abater a constituição e o desenvolvimento de alunos centrados na passividade, na ingenuidade e na

alienação do saber científico; o aluno constitui-se por meio da capacidade problematizadora e da argumentação crítica, afinal, [...]“quando questionamos, assumimos nossa condição de sujeitos históricos, capazes de participar da construção da realidade” (MORAES, GALIAZZI, RAMOS, 2004 p. 14). Assim, a ação ativa que ocorre no Aprender pela Pesquisa instiga o sujeito a refletir sobre a realidade em que se encontra e pensar sobre o que nela está acontecendo; a aprendizagem se faz no questionamento, na dúvida, na pesquisa e na emersão de resolução aos problemas sociais e culturais.

2. Abordagem metodológica

A pesquisa que aqui se enfatiza sobre o Aprender pela Pesquisa foi desenvolvida com 21 alunos (9 meninos e 12 meninas) da terceira série do Ensino Médio de uma escola pública estadual de São Leopoldo, região metropolitana de Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul, durante as aulas de química do terceiro trimestre do ano de 2017.

Com a orientação do professor titular da disciplina, os alunos de forma individual, dupla ou trio, foram instigados a desenvolver uma pesquisa sobre qualquer assunto; a ideia era proporcionar ao aluno o Aprender pela Pesquisa, estimulando-o a pesquisar algo de interesse próprio, pois se acredita que a pesquisa centrada naquilo que o aluno tem afinidade e curiosidade se torna significativa na medida que deixa de ser desenvolvida por obrigação ou necessidade.

Assim, a atividade desenvolveu-se nas seguintes etapas: 1^a: o professor solicitou que os alunos pensassem em um tema abrangente, sem necessidade de relação intrínseca com o componente curricular de química e que, após uma semana, eles trouxessem algumas ideias vinculadas ao tema de pesquisa, a fim de serem socializadas ao grande grupo; 2^a: após uma semana, realizou-se a socialização pelos alunos, donde derivou-se as duplas e trios que apresentavam temas iguais; 3^a: o professor explicou e norteou os alunos na forma correta de realizar uma pesquisa de cunho científico, dando

ênfase em questões específicas de como realizá-la em meio aos livros, revistas e acesso à Internet; 4ª: o professor realizou conexões do tema escolhido pelos grupos à disciplina de química, instigando-os a pesquisar novamente, agora com um viés científico do componente curricular; 5ª: socialização das atividades/pesquisas realizadas pelos alunos e complementação científica/retomada do conhecimento pelo professor.

Após o desenvolvimento da pesquisa centrada no aluno, a conexão com o conteúdo de química realizada pelo professor, a pesquisa com um viés científico aos conteúdos e conceitos de química e a socialização das atividades realizadas pelos alunos, o professor disponibilizou um questionário para coletar informações significativas à luz das ponderações dos alunos sobre o desenvolvimento das atividades.

O questionário foi a ferramenta utilizada pelo professor para compreender a visão/avaliação dos alunos em relação as atividades desenvolvidas, pois, além de os alunos não se identificarem para buscar valorizar as informações verídicas de forma ética, este é definido “como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc” (GIL, 1999 p. 128).

Neste desenho, esta pesquisa se enquadra em um estudo de campo de cunho etnográfico, utilizando, também, a observação participante durante as aulas de química para a coleta de dados; momento em que o professor titular passa a ser pesquisador presente. GIL (2002) reflete que o estudo de campo tem algumas vantagens sobre os levantamentos, pois como se desenvolve no local onde se faz a coleta de dados estes podem ser mais sinceros e fidedignos. Ainda, afirma que, além de a pesquisa de campo não requerer materiais especiais, tornando-se mais econômica, “como o pesquisador apresenta nível maior de participação, torna-se maior a probabilidade de os sujeitos oferecerem respostas mais confiáveis” (p. 53).

Neste sentido, como o pesquisador faz parte direta da pesquisa, entende-se que a observação participante é realizada verdadeiramente sobre as atividades e os movimentos do grupo; logo, podem ser captadas informações, explicações, sentimentos e interpretações do que ocorre e como ocorre no grupo. Esses procedimentos são geralmente conjugados com muitos outros, tais como a análise de documentos, filmagem e fotografias (GIL, 2002, p. 5).

Os dados coletados por meio da observação participante e do questionário semiestruturado foram analisados e interpretados via ATD (Análise Textual Discursiva) (MORAES; GALIAZZI, 2006), assinalando categorias que emergiram nas escrituras dos alunos a partir da decodificação e unitarização. A ATD é uma “abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise de pesquisa qualitativa, que são a análise de conteúdo e análise de discurso” (MORAES; GALIAZZI, 2006 p. 118). Estas se apoiam de um lado na interpretação do significado atribuído pelo autor e de outro nas condições de produção de um determinado texto (MORAES; GALIAZZI, 2006), pois “ideias e teorias não refletem, mas traduzem a realidade” (MORAES, 2004 p. 199).

3. Resultados e discussões

Das pesquisas realizadas pelos 21 alunos, obteve-se, ao final, 2 trabalhos realizados em trio, 4 trabalhos confeccionados por duplas e 5 trabalhos de forma individual; logo, teve-se uma socialização de trabalhos ao final do ano letivo de 2017 de 12 pesquisas. A tabela 1 abaixo apresenta o tema escolhido para a pesquisa e as justificativas apresentadas pelos alunos para tal escolha.

Com base na tabela acima, pode-se perceber que houveram temas variados em relação as escolhas dos alunos, dos quais muitos não poderiam ser estudados na terceira série do Ensino Médio com ênfase no conteúdo de química, ora por não estarem vinculados ao conteúdo específico ora por não terem relação direta com a disciplina,

desvalorizando o interesse e a curiosidade do aluno sobre temas para investigar/aprender e minimizando a relação desta ciência com o contexto do mesmo.

Assim, em meio a competências, habilidades e conhecimentos plenos de forma intradisciplinar do conteúdo, o professor titular, na medida em que os alunos justificavam suas escolhas, realizava conexão com o conteúdo abrangente da disciplina; enfatiza-se que o professor não desvalorizou nenhum tema e, também, não se importando com a estrutura curricular para aquela determinada série, uma vez que o conteúdo de química estava sendo desenvolvido/estudado dentro do programa e a pesquisa no viés da metodologia Dicumba realizada pelos alunos, em sua grande maioria, de forma extraclasse. Ressalta-se que por extraclasse se considera a

pesquisa (Internet, livros e revistas) realizada pelo aluno, pois todas as atividades de articulação, organização, conexão, socialização e retomada de conhecimento foram desenvolvidas em sala de aula com a mediação do professor.

Neste desenho, a tabela 2 abaixo demonstra a relação da química com o tema escolhido pelo grupo para a realização de uma investigação mais aprofundada. Grifa-se que esta pesquisa foi realizada pelo aluno por meio da instigação do professor, apontando que a química, enquanto ciência construída pelo homem, encontra-se no contexto do aluno; logo, a partir dos saberes prévios que o aluno detém, o professor o estimulou a relacionar a química com o tema de pesquisa, fazendo-o entender de forma científica os conceitos e conteúdos desta ciência, logrando satisfação em aprender por meio da pesquisa.

Tabela 1: Temas e justificativas apresentadas pelos alunos em relação ao Aprender pela Pesquisa.

Trabalho	Tema	Justificativa
1	Química forense.	Desperta interesse no grupo, por ser a “ciência que desvenda crimes”, sendo utilizada em polícias Cívicas e Federais.
2	Tecnologia.	Temos a curiosidade de saber como são fabricados e o que compõe os aparelhos que usamos diariamente.
3	Origem da Vida na Terra.	A curiosidade e as poucas fontes explicativas de como se originou a Vida na Terra despertaram nosso interesse.
4	Materiais.	São de importância suprema na Terra, pois tudo envolve materiais. A própria formação do corpo e da vida é material.
5	Cosméticos.	Nós usamos diariamente e a procura pelos cosméticos cresceu por homens e mulheres nos últimos tempos.
6	Assassinato por envenenamento.	Tenho interesse em saber sobre as reações químicas do/NO corpo em relação ao veneno utilizado.
7	Geometria molecular.	Para mim tudo é átomo. Quero saber mais sobre a natureza e as formas que a mantem “estável”.
8	Lua.	Este astro é um mistério para nós e para a ciência, daí decorre nosso interesse em saber mais sobre ela.
9	Semente.	Queremos saber como uma pequena semente pode crescer e se tornar uma árvore, frutífera ou não.
10	LSD.	É a principal droga que a maioria dos jovens usam nas festas para se tornar outra pessoa.
11	Preconceito.	Somos rodeados pelo preconceito, Internet, rua, escola, ninguém escapa desta dor.
12	Tatuagem.	Além da estética, queremos ressaltar sua importância. Amamos tatuagem, pois ajuda na autoestima e autoconfiança.

Fuente: dados da pesquisa, 2017.

Tabela 2: Explicação da química presente no tema estudado para investigação mais aprofundada.

Trabalhos	Explicação
1	O perito em Química Forense deve ter um saber abrangente e geral sobre os diferentes conteúdos de química, como Orgânica, Físico-química, Analítica e Inorgânica.
2	A televisão, por exemplo, apresenta um líquido chamado plasma em sua tela. Este líquido é um sistema de gases nobres composto por minúsculas células revestida de fósforo; os gases são queimados nas cores primárias, emitindo a luz visível.
3	Uma teoria concentra-se na ideia de que algumas substâncias químicas inorgânicas reagiram entre si, originando moléculas orgânicas que, posteriormente, formaram as mais simples formas de vida.
4	A mistura de várias substâncias forma um material que pode ser utilizado pela sociedade. Por ex.; o vidro é uma mistura de areia, calcário, carbonato de sódio, óxido de alumínio e corantes.
5	A composição e a fabricação de um cosmético é química. Por ex.; um cosmético simples vai apresentar água, conservante, emulsionante, estabilizador de pH, corantes e fragrâncias.
6	Cianureto de Potássio é um composto químico altamente tóxico que impede a respiração celular; uma morte rápida. Este composto foi usado na Segunda Guerra Mundial pelos soldados alemães.
7	O estudo do átomo e suas ligações para formar as diferentes geometrias que, posteriormente, determinam as propriedades das substâncias é química pura.
8	A composição da Lua é química. A Lua é formada por diferentes substâncias que, também, estão presentes na Terra, como o basalto, formado pelos elementos: ferro, alumínio, magnésio e silício.
9	A maioria das sementes é composta por proteína e lipídios, as quais são estudadas na Química Orgânica como macromoléculas com especificidades e funções determinantes para o organismo.
10	O LSD (dietilamida do ácido lisérgico) é uma droga sintética, conhecida como uma das substâncias mais alucinógenas; sintetizada a partir da cravagem de um fungo do centeio, da hidrólise catalítica da ergotamina e da adição redutiva da dietilamina.
11	A cor da pele está diretamente relacionada a concentração de melanina no corpo; polímero quimicamente considerado de massa e complexidades variáveis; sintetizados pelos melanócitos .
12	As tintas das tatuagens são compostas por pigmentos insolúveis em água, os quais ainda permanecem sólidos na pele, veiculados com dióxido de titânio. Algumas apresentam mercúrio, prata e chumbo na composição.

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Interpretando a tabela acima, pode-se perceber que todos os temas escolhidos pelos alunos apresentam uma relação significativa com o conteúdo científico de química geral, mesmo este não estando diretamente relacionado com o conteúdo estipulado para a terceira série do Ensino Médio, o qual, nas escolas públicas, concentra-se, basicamente, em Funções Orgânicas, em especial, na identificação, classificação e nomenclatura, podendo, dependendo do tempo/espço do desenvolvimento do currículo, expandir-se para Propriedades Físico-químicas das Funções Orgânicas, Isomerias e Reações Orgânicas.

Nesta perspectiva, entende-se que, apesar de o currículo ser importante para a formação do cidadão, é necessário “superar a lógica disciplinar e a superposição de conteúdos gerais e específicos, para

que sejam empregadas novas formas de seleção e organização dos conhecimentos” (BEDIN, 2015, p. 34), afinal, segundo SANTOMÉ (1998 p. 123), “esta modalidade de organização do currículo, na medida em que desperta o interesse e a curiosidade dos estudantes, pois o que se estuda sempre está vinculado a questões reais e práticas, estimula os sujeitos a analisar os problemas nos quais se envolvem e a procurar alguma solução para eles”; logo, o Aprender pela Pesquisa instiga a formação de sujeitos autônomos, criativos e inovadores.

Assim, entende-se que o Aprender pela Pesquisa à luz da metodologia de ensino *Dicumba* propõe uma extrusão no currículo escolar, instigando o professor a pensar em novas maneiras de selecionar e organizar os conteúdos a partir da realidade

sociocultural do aluno, contemplando a formação deste a partir do contexto em que está inserido, conjecturando “a primazia da qualidade da relação com o conhecimento sobre a quantidade de conteúdos apropriados de forma mecânica e, para além, supõe a anteposição do significado social do conhecimento sobre os critérios formais inerentes à lógica disciplinar” (BEDIN, 2015, p. 34).

A partir da ação de pesquisar a realidade do aluno para desenvolver o conteúdo científico de química, fez-se quatro questões abertas aos alunos para entender, por meio da ATD, como eles avaliam a atividade para o crescimento pessoal, social e coletivo acerca dos saberes químicos. Assim, a partir deste momento, apresenta-se as categorias que emergiram da interpretação, decodificação e unitarização das respostas apresentadas pelos grupos em relação a atividade desenvolvida.

A primeira questão foi: *A pesquisa foi importante para meu crescimento pessoal e científico? Justifique.* Analisando-se o gráfico 1 abaixo, pode-se compreender que a pesquisa foi importante para que 14% dos alunos conseguissem identificar um ramo profissional, 23% dos alunos conseguiram perceber que a química, enquanto ciência, está presente em tudo, 27% dos alunos construíram, a partir da pesquisa, teorias para justificar e/ou explicar uma situação de interesse e, talvez o mais importante, 36% dos alunos conseguiram agregar saberes científicos a partir da ação de pesquisar algo que julgam relevante para a própria formação sociocultural.

Neste sentido, GALIAZZI, MORAES (2002) destacam que a pesquisa em sala de aula é uma forma significativa de fazer com que o aluno assumisse enquanto protagonista dos processos de ensinagem, cabendo ao professor assumir este processo como um princípio metodológico periódico em sua atividade docente, proporcionando ao aluno condições para que consiga desenvolver sua autonomia intelectual, como um processo de independência para gerir aprendizagem própria, e autoria ao longo do processo de ensinagem. Segundo MORAES (2010), exclusivamente, a autonomia e a autoria surgem em diversos momentos do processo de aprendizagem

por meio da pesquisa, associam-se, em alto relevo, com o “caminhar sozinho”, com a construção individual e com a elaboração própria.



Gráfico 1: Categorias emergidas da ATD a partir das respostas dos grupos à questão número 1.

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Para intensificar a organização e interpretação dos dados à luz da ATD, apresenta-se, como critério de curiosidade, a resposta íntegra de um grupo em relação a questão anterior: *Sim, foi muito importante. O trabalho mostrou o quanto há falta de profissionais nesta área, podendo nos levar a querer até a seguir este ramo profissional. Em nosso conhecimento científico agregou muito conhecimento químico, sabendo que, por trás do um “CSI” não é somente um cientista, mas um cientista com muito conhecimento sólido em áreas amplas, mostrando-nos que a química não é somente ela propriamente dita, mas também diversas matérias, pois podemos encontrar química em tudo* (GRUPO 1).

A segunda questão problematizada para os grupos foi: *Fazer a pesquisa foi importante para aprimorar os meus conhecimentos químicos e tornar-me mais crítico e reflexivo? Por quê?* Em resposta, obteve-se, por exemplo: *Muito importante. Tenho algumas dúvidas sobre a química, mas com o tempo*

vou construindo algumas respostas. Aprimorei e modifiquei minhas concepções de existência; logo, se tudo é um aglomerado de moléculas, eu faço parte disso. Assim, conclui que a única crítica que devo levar em conta é: por que nós (a própria evolução da matéria) ainda insistimos em viver entre tantas contradições, sendo que a resposta para tudo está na consciência sobre tudo ser nada e este nada ser tudo? (GRUPO 7). E, ainda, Não somente para conhecimentos químicos, mas para aprimorar qualquer tipo de conhecimento é necessário assumir um caráter crítico e reflexivo, acumulando todos os dados e informações sobre o tema para, assim, fazer uma conexão entre elas, transformando-as em conhecimento (GRUPO 3).

O gráfico 2 abaixo demonstra as categorias emergidas a partir da Análise Textual Discursiva para as respostas referentes a questão de número 2. Analise o gráfico.

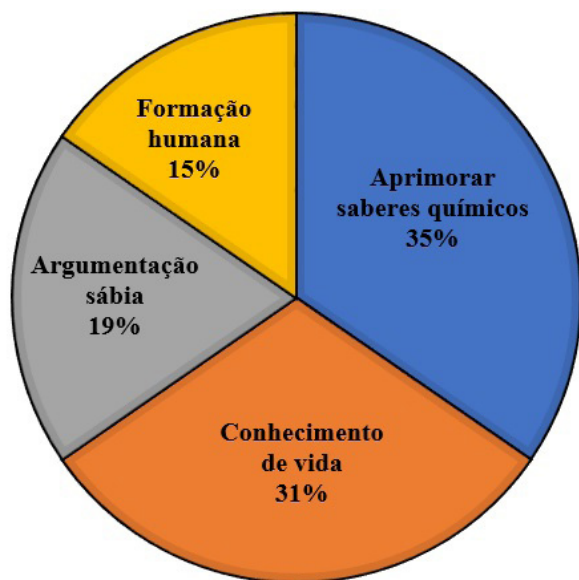


Gráfico 2: Categorias emergidas da ATD a partir das respostas dos grupos à questão número 2.

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Com base no gráfico acima, percebe-se que a pesquisa foi importante na medida em que logrou satisfação de **Formação Humana** para 15% dos alunos, **Argumentação Sábia** para 19% dos alunos, **Conhecimento de Vida** para 31% dos alunos e

Aprimorar Saberes Químicos para 35% dos alunos. Neste sentido, pode-se ajuizar que o Aprender pela Pesquisa em sala de aula, como uma forma de fugir do tradicional e fazer com que o aluno se torne autor do próprio saber, é uma maneira significativa de o aluno envolver os saberes científicos da ciência química em seu contexto sociocultural, pois, assim, este demonstra conseguir aperfeiçoar saberes e conhecimentos no viés da aprendizagem. Além do mais, como destaca o AUTOR, a ação da pesquisa centrada no aluno é motivadora também para o professor, pois “ênfatisa o reconhecimento emocional na aprendizagem e a gama de saberes construídos e multiplicados na relação com o discente”.

A terceira questão disponibilizada questionava: A ação de pesquisar algo do meu interesse motiva-me a estudar química? Explique. Em resposta, obteve-se as categorias emergidas no gráfico 3 abaixo. Ao interpretá-lo, pode-se perceber que 13% dos alunos destacam a **Facilidade na Aprendizagem**, 21% dos alunos cogitam o **Prazer em Aprender** por meio da pesquisa, 33% dos alunos dizem sentirem-se **Motivados pelo Estudo** e, também, 33% dos alunos afirmam querer **Saber Mais**.

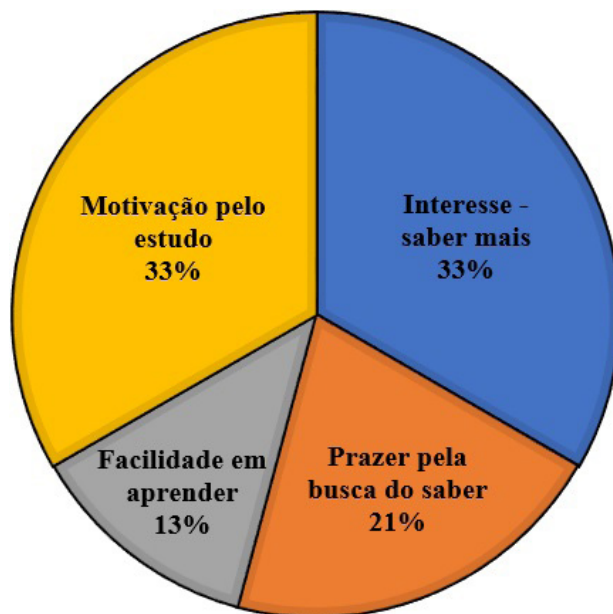


Gráfico 3: Categorias emergidas da ATD a partir das respostas dos grupos à questão número 3.

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

Algumas respostas apresentadas pelos grupos em relação a questão anterior foram, de forma íntegra: *Sim, pois quando você pesquisa/estuda sobre algo do seu interesse, além do entendimento se tornar mais fácil, você acaba adentrando ainda mais no assunto a ponto de querer aprender mais e mais* (GRUPO 3). Ainda, obteve respostas como: *Com certeza, pois pesquisando algo que eu gosto, além de ser muito prazeroso, me auxilia no entendimento da matéria, visto que aprendo de forma mais clara onde são aplicados os inúmeros elementos químicos e suas composições* (GRUPO 2).

Neste sentido, acredita-se que a pesquisa a partir de algo que é interessante e faz parte do contexto do aluno o auxilia a aprender de forma dinâmica e coerente com aquilo que instiga e aflora o seu desenvolvimento cognitivo, uma vez que o ato de pesquisar intensifica criticamente a construção e a reconstrução do conhecimento sociocultural. Este conhecimento é embriagado por saberes científicos, estimulando o desenvolvimento do senso crítico, da autoconfiança, da capacidade de argumentação e a tomada de decisão por meio da formação de alunos ativos e participativos em sala de aula. O Aprender pela Pesquisa difere-se totalmente do ensino atual (àquele ensino pautado na mera instrução e repasse de conteúdos escolares que não consentem às necessidades do mundo atual e não consideram a aprendizagem autônoma dos alunos), valorizando o cerne da Educação e a presença do aluno na escola.

A quarta questão com um viés investigativo foi: *Realizar a pesquisa referente a algo do meu interesse e relacionar com os conteúdos científicos da ciência química é uma forma significativa de estudar química e me auxiliar no desenvolvimento de competências? Justifique.* Dentre várias respostas apresentadas pelos grupos, destacam-se: *Claro! Trabalhos como este ampliam os conhecimentos gerais e fazem com que todos se questionem a respeito de vários assuntos que a química está presente. Amplia a sede de curiosidade* (GRUPO 12). *Com certeza. Quando pesquisamos algo de nosso interesse, isto nos motiva mais ainda, porque a falta de conhecimentos sobre o assunto nos instiga a querer*

ir atrás do saber (GRUPO 6). *Sim, porque quando estudamos ou pesquisamos algo que nos interessa, que tenhamos vontade de aprofundar nossos conhecimentos, acabamos nos dedicando mais por essa busca de transformações e, por consequência, nos auxilia em um desenvolvimento cognitivo de competências* (GRUPO 2). *Sim, é uma forma de nos auxiliar no desenvolvimento de competências, pois nos deixa com mais conhecimentos em determinada área do saber, nos dando mais competência e segurança quando formos argumentar sobre algo, estudar novamente ou, até mesmo, atuar sobre* (GRUPO 1).

Assim, por meio da ATD obteve-se as categorias apresentadas no gráfico 4; observe-o abaixo.

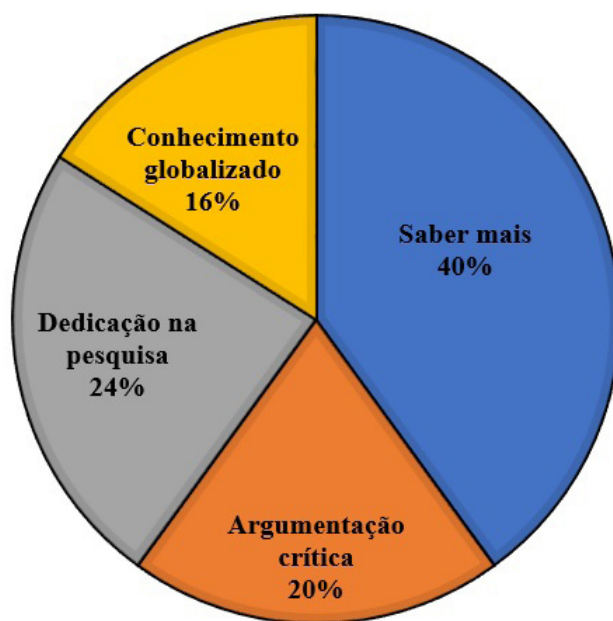


Gráfico 4: Categorias emergidas da ATD a partir das respostas dos grupos à questão número 4.

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Ao interpretar o gráfico acima, percebe-se que 16% dos alunos logram **Conhecimento Globalizado** em relação a realização da pesquisa, 20% dos alunos conseguiram desenvolver **Argumentação Crítica** sobre algo que, mesmo superficial e sem conexão científica, conheciam, 24% dos alunos dizem aflorar a **Dedicção pela Pesquisa**, a fim de conseguirem desenvolver competências e habilidades para **Saber Mais**, como afirmam 40% dos alunos.

Portanto, tem-se que a metodologia *Dicumba* é suficiente para romper com, em primeiro lugar, a estagnação do currículo escolar, o qual encontra-se fragmentado e defasado na maioria das escolas públicas do estado gaúcho, pois, em sala de aula, constrói-se conhecimentos que já se encontram nos livros didáticos, sem conexão e/ou vínculo com a vivência do aluno, maximizando o número de sujeitos que, ao adentrarem no Ensino Médio, optam em tergiversar da escola para, sem saberes mínimos, adentrar no mercado e, muitas vezes, servir apenas como mão de obra.

Ao término do questionário, instigou-se os grupos a pontuarem, em uma escala de 1 a 10, sendo o número 1 de maior prioridade e o número 10 de menor prioridade, as ações que o Aprender pela Pesquisa proporcionou a estes durante o desenvolvimento das atividades. As ações disponibilizadas no questionário, assim como o apontamento de cada grupo, estão presentes na tabela 3 abaixo.

Contudo, é sagaz afirmar que estas ações derivaram da observação participante do professor, pois ao ver os alunos pesquisando, desenvolvendo as atividades e socializando os resultados previamente obtidos, este pode comprovar a emergência de um diálogo crítico e científico em relação aos conteúdos de química, a autonomia do aluno em direcionar a pesquisa, o desejo em continuar o processo para responder supostas dúvidas e, dentre outras ações, a obtenção de conhecimentos gerais e conexos ao contexto

que, por meio de competências e cooperação, os alunos conseguiram perceber cientificamente a própria realidade.

De outra forma, a análise dos dados da tabela 3 emergiu da observação participante realizada pelo professor, uma vez que este presenciou e mediou todo o desenvolvimento do trabalho. Neste sentido, entende-se que a pesquisa participante leva ao pesquisador interpretar o meio a partir da capacidade crítica de análise sobre a realidade (BRANDÃO, 2006), pois ele acompanha, auxilia e direciona os pesquisados; a ação de ensinar e aprender na pesquisa participante é mútua, ocorre ao mesmo tempo; o pesquisado deixa de ser objeto para ser sujeito. De acordo com THOLLENT (2006), a pesquisa participante leva a emancipação; é um movimento de caráter cooperativo e contrário a dependência e a submissão.

Da tabela acima, para facilitar a compreensão dos resultados, plotou-se o gráfico 5 abaixo. Ressalva-se que cada ação é apontada individualmente pelos grupos de trabalho. Ao observar o gráfico 5 é possível analisar o grau de prioridade dos alunos. Adverte-se que alguns grupos ainda inseriram novas ações no questionário, como *curiosidade, encanto pela pesquisa e facilidade na aprendizagem*, destacando que o Aprender pela Pesquisa perpassa as intenções docentes, pairando-se sobre o desejo e a vontade de o aluno querer aprender a aprender cientificamente os conteúdos que permeiam o próprio contexto.

Tabela 3: Apontamentos dos grupos sobre as ações proporcionadas pelo Aprender pela Pesquisa.

Ações	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Soma	Posição
Conhecimentos químicos	5	2	5	1	3	3	6	6	6	5	1	1	44	2º
Competências	4	5	4	3	7	2	2	5	5	7	5	6	55	6º
Críticas	2	8	1	6	6	4	3	4	1	3	4	4	46	4º
Autonomia	3	7	2	7	4	7	6	3	7	4	7	5	61	7º
Desejo em aprender	7	4	3	4	2	1	8	1	2	6	2	3	43	1º
Saberes gerais	6	3	6	5	1	5	7	2	4	1	6	7	53	5º
Conhecimentos aprofundados	1	1	7	2	5	6	4	7	3	2	3	2	45	3º

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

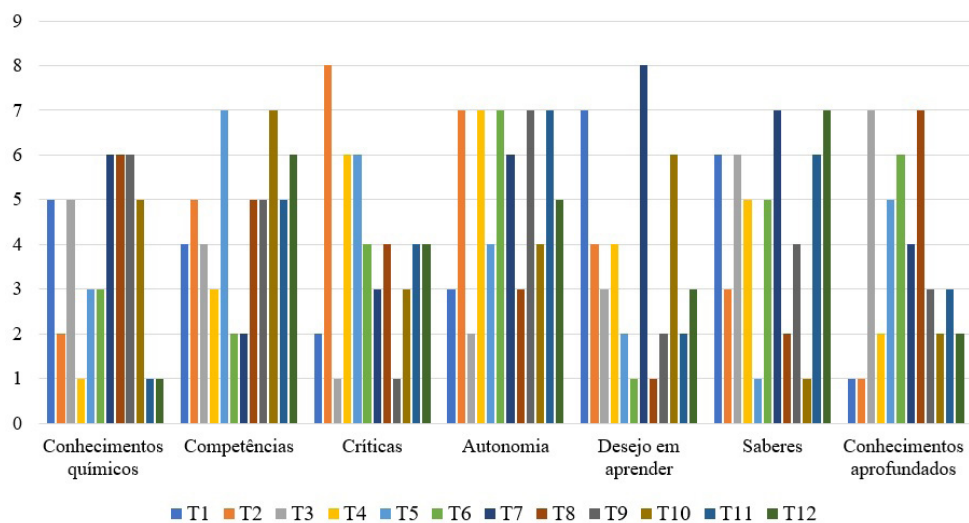


Gráfico 5: Apontamentos dos grupos sobre as ações proporcionadas pelo Aprender pela Pesquisa.

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Em relação ao gráfico 5 acima, pode-se perceber e concluir que o Aprender pela Pesquisa em sala de aula logra satisfação, em primeira instância, no sentido de fazer com que o aluno apresente desejo em aprender e, em segundo momento, a maximização dos conhecimentos químicos, uma vez que, para aprender por meio da construção e da reconstrução de saberes, o aluno precisa, antes de tudo, apresentar-se apto e desejável ao sentido da aprendizagem. De outra forma, na medida em que a pesquisa se torna realidade do aluno, por meio de trocas de informações e saberes com o professor, este a desenvolve com desejo e vontade de aprender sobre aquilo que o rodeia, maximizando seus saberes e conhecimentos em relação à ciência química.

Esta ação faz com que os alunos percebam a química do Ensino Médio para além de uma simples matéria, conjecturando-a como um constructo de vida presente em tudo aquilo que existe e coexiste com seu contexto, desenvolvendo conscientização reflexiva, argumentação crítica e desejo em desempenhar ações que sustentam a própria criatividade e curiosidade.

Destarte, destaca-se que a metodologia *Dicumba* intensifica o desenvolvimento de fatores emocionais e cognitivos que promovem fluência de

saberes universal-bilateral no íntimo cognitivo do estudante; todavia para esta ação ocorrer é preciso participação ativa dos professores, incorporando saberes plenos e globalizados sobre a ciência química na pesquisa do aluno, transpassando o currículo e abrindo portas à imaginação e ao desejo daquilo que o aluno quer aprender, a fim de que este tenha participação e colaboração na constituição do seu próprio aprendizado.

4. Considerações finais

Como propósito de promover mudanças significativas na prática didática e na metodologia pedagógica dos professores da rede pública de ensino, considerando o saber prévio e a ação do aluno enquanto autor da própria aprendizagem, vinculando ao seu contexto os saberes da ciência química por meio do Aprender pela Pesquisa, este artigo buscou apresentar e refletir sobre a metodologia de ensino denominada *Dicumba*, caracterizada pelo desenvolvimento cognitivo universal-bilateral da aprendizagem à luz da pesquisa autônoma e crítica de cunho cooperativo em sala de aula.

Nesta perspectiva, acredita-se que a ação de beneficiar o contexto da escola, desde os processos

de ensinagem às práticas docentes agrupadas a objetivos para maximizar e ressignificar os saberes do aluno, pode começar com a inserção da metodologia *Dicumba* em sala de aula, uma vez que esta possibilita aos sujeitos momentos de extensão, discussão, problematização, trabalho e pesquisa coletiva e/ou individual para, a partir do interesse e da curiosidade destes; instigar e efetivar o saber pré-existente no aluno de forma transversal àquilo que vincula a sua formação científica, buscando a compreensão do mundo a sua volta, a sua própria realidade e essência, é uma ação, verdadeiramente, pedagógica.

Além do mais, diante dos dados apresentados na pesquisa, considerando as temáticas escolhidas pelos grupos de alunos, a conexão destas com os conteúdos da ciência química e a emersão das categorias a partir da ATD sobre as escrituras dos grupos em relação ao questionário, pode-se ajuizar que o Aprender pela Pesquisa é uma forma de beneficiar a aprendizagem do aluno de forma crítica, autônoma e reflexiva, despertando neste a curiosidade, a argumentação crítica e o interesse pela ciência. Este desenho é consequência de uma ação docente derivada dos objetivos do aluno, os quais procedem particularmente de seus desejos e se relacionam com o conteúdo científico a sua vivência por meio da problematização e da apreensão de novos saberes.

Portanto, entende-se que a metodologia *Dicumba*, enquanto um processo pedagógico dinâmico inserido na vivência da prática docente em sala de aula, corrobora de forma ativa, positiva e significativa com a constituição cognitiva do aluno e com o aperfeiçoamento da prática pedagógica. Pontua-se, assim, a necessidade de estudos mais aprofundados com a metodologia, a fim de que a mesma possa ser desenvolvida de forma interdisciplinar e cooperativa, já que se caracteriza como parte integrante da relação e da interação dos sujeitos no ambiente escolar.

Ainda, ajuiza-se que os cursos de formação de professores, assim como os docentes das diferentes redes de ensino, busquem desenvolver os processos de ensinagem a partir do interesse dos alunos, procurando despertar nos mesmos a motivação, a

veemência e, principalmente, o gosto pela leitura, pela escrita, pela argumentação e contra-argumentação cada vez mais intensificada no saber científico de química à luz da realidade sociocultural e sociohistórica.

Referências Bibliográficas

- BASSO, M. V.; NEVADO, R. A.; FAGUNDES, L. C. **Projeto ECSIC - escola, conectividade e sociedade da informação e do conhecimento**. 2003. Disponível em < <http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo3/af/32-projetoecsic.pdf> >. Acesso em: 23 jan. 2015.
- BEDIN, E. **A emersão da interdisciplinaridade no Ensino Médio Politécnico: relações que se estabelecem de forma colaborativa na qualificação dos processos de ensino e aprendizagem à luz das Tecnologias de Informação e Comunicação**. (Doutorado em Educação em Ciências: química da vida e saúde). Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/126836>>. Acesso em 10 jan. 2018.
- BRANDÃO, C. R. **O que é educação popular**. Brasileira. São Paulo. Brasil. 2006.
- FERNÁNDEZ, F. A. **Didáctica y optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje**. Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño. La Havana. Cuba. 1998.
- GALIAZZI, M. C.; MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. **Ciênc. & Educ.**, Bauru, v. 8, n. 2, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v8n2/08.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2018.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. Atlas. São Paulo. Brasil. 1999.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. Atlas. São Paulo. Brasil. 2002.
- GRILLO, M. C. *et al.* Ensino e pesquisa com pesquisa em sala de aula. **UNirevista**, (UNISINOS. Online), São Leopoldo – RS, v. 1, n. 2, abr. 2006. Disponível em: <<http://www.unibarretos.com.br/>

- [faculdade/wp-content/uploads/2015/11/pesquisa-sala-de-aula2.pdf](#)>. Acesso em: 5 fev. 2018.
- MARTINS, J. S. **Projetos de pesquisa: estratégias de ensino e aprendizagem em sala de aula**. Armazém do Ipê. Campinas. Brasil. 2005.
- MORAES, M. C. **Pensamento eco-sistêmico: educação, aprendizagem e cidadania no século XXI**. Vozes. Petrópolis. Brasil. 2004.
- MORAES, R. O significado do aprender: linguagem e pesquisa na reconstrução de conhecimentos. **Conjectura**, (UCS), Caxias do Sul – RS, v. 15, n. 1, jan/abr. 2010. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/conjectura/article/viewFile/188/179>. Acesso em: 10 fev. 2018.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: processo reconstutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação, (UNESP), São Paulo – SP**, v. 12, n. 1, pp. 117-128, 2006. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251019514009>>. Acesso em: 25 jan. 2018.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. (Org.). **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. EDIPUCRS. Porto Alegre. Brasil. 2004.
- PIAGET, J. **A psicologia da criança**. Ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. 1998.
- SANTOMÉ, J. **Globalização e Interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Artes Médicas. Porto Alegre. Brasil. 1998.
- STEFANO, L. R. F. Representações de professores e alunos sobre a pesquisa escolar: a leitura crítica, a escrita autônoma e a formação do conhecimento. **Iniciação Científica Cesumar**, (UNICESUMAR), Maringá – PR, v. 8, n. 1, pp. 71-83, Jun./2006. Disponível em: <http://www.cesumar.br/pesquisa/periodicos/index.php/iccesumar/article/view/136/77>. Acesso em: 14 fev. 2018.
- THIOLLENT, M. A inserção da pesquisa-ação no contexto da extensão universitária. In: BRANDÃO C. R.; STRECK D. R. (Org.). **Pesquisa participante: o saber da partilha**. Ideias & Letras. São Paulo. Brasil. 2006. p. 151-166.



CURRÍCULUM: ENTRE UTOPIA Y REALIDAD

Martha Velazco*

Autor: Ángel Díaz Barriga.
Editorial: Amorrortu.
Año de publicación: 2015.
Ciudad: Madrid.
Idioma: español.
Número de páginas: 224.



Las diferentes concepciones y enfoques de *currículum* han permanecido en la mayoría de instituciones de educación superior casi inmutables en el tiempo; la llamada especificidad del campo curricular mantiene en sus expresiones y prácticas elementos de orden contextual, político, cultural y teórico que refieren orientaciones clásicas. El problema de pensar el currículum universitario implica considerar perspectivas de campo, disciplina o teoría particular, y ese modo reflexivo se encuentra en la obra de Ángel Díaz Barriga, *Currículum: entre utopía y realidad*, que aborda las contradicciones de lo real y lo ideal del trabajo curricular, en lo concerniente a los planes de estudio.

Desde el inicio de la obra, DÍAZ BARRIGA invita al lector a “pensar desde el campo del currículo y

de la didáctica, el tema de los planes de estudio y los retos de su elaboración” (p. 12), asumiendo de manera crítica y propositiva los temas contemporáneos de la acción curricular. La apuesta reflexiva profundiza en teorías curriculares que promueven los saberes educativos y las elaboraciones de los planes de estudio. En todo caso, hablar de una teoría curricular es hablar del campo educativo.

En la introducción del libro se presenta un escenario en que se “sientan las bases teóricas del análisis curricular, analizando las tensiones conceptuales y prácticas del currículum” (GARCÍA-GARDUÑO, 2016, p. 196).

En la evolución y diversidad de la temática central, DÍAZ BARRIGA modula puntos de articulación entre tensiones, expresiones y adjetivaciones que

* Docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá, Colombia). Correo electrónico: marthavelasco16@gmail.com

permiten construir un sentido de lo curricular desde el plan de estudios; así, considera que “la elaboración de planes de estudio es la proyección de una utopía educativa; a través de ella se trata de ofrecer algún elemento de concreción a un proyecto institucional que aspira a impulsar una formación integral de un grupo de estudiantes” (p. 11).

La amplia literatura sobre el currículum, sus distancias entre lo enseñado, lo real y lo vivido, lo oculto y lo prescripto, trae consigo una idea de educación, sujeto y formación (explícita o implícitamente). Sin embargo, para DÍAZ BARRIGA el principal sentido que tiene la tarea de construcción de un plan de estudios es la formación de los estudiantes, y este es el interés de la perspectiva que atiende.

Como utopía compartida, el autor apuesta al establecimiento de un proyecto donde los diversos integrantes de la comunidad académica se sientan identificados con una cultura escolar que invite a cada uno a trabajar para su formación y, a la vez, le da un lugar a la responsabilidad intelectual y ética que tiene quien asume la tarea de conducir la elaboración de un plan de estudios (p. 14). No obstante, las posiciones y dominios docentes sobre el campo curricular y algunos aspectos relacionados resultan ser de bajo interés: la teorización del trabajo curricular se reduce al tema de contenidos, metodología o evaluación, y este último, sumado al tema del plan de estudios, no es un saber especializado dentro de las responsabilidades propias del profesor.

En su ensayo sobre esta misma obra, GARCÍA-GARÑUDO afirma que “no sería aventurado afirmar que el campo del currículum en América Latina, con excepción de Brasil, no está viviendo sus mejores momentos” (2016, p. 195). A pesar de que el cultivo de este campo en la región tiene en promedio cuatro décadas, no muestra signos de consolidación como otras disciplinas relacionadas con la educación.

De igual modo, FRIDA DÍAZ BARRIGA (2014) muestra cómo “el tema de la teorización en torno a los estudios curriculares ocupa un menor espacio en términos de volumen en la producción curricular, pero no en trascendencia” (p. 641).

En el capítulo 1 se plantea, bajo la mira de las tensiones conceptuales y prácticas del currículum, cuestiones relacionadas con las distinciones entre la multiplicidad de significados del término currículum y su reconocimiento de la disciplina curricular (vertientes contradictorias). En el primero, el autor halla una “ausencia de significado” por las diversas adjetivaciones que expresan la multiplicidad de conceptos, ya que estos “no logran explicar, ni atender los problemas en la práctica y mucho menos aceptar sus compromisos entre la formulación conceptual y la realidad educativa” (p. 17).

En cuanto a su conformación disciplinaria, se ubica en la búsqueda de diversos objetos de estudio en el ámbito escolar: la selección, organización y distribución de contenidos; las perspectivas, fracturas y discontinuidades que en cada grupo escolar se generan; la conformación de otros campos en las fronteras y escenarios que permiten analizar la teorización que requiere el compromiso de la acción en el campo de la educación y en donde se puntualizan las diferentes propuestas de formación (p. 21).

En el capítulo 2, titulado “Fundamentos de la elaboración o el rediseño de un plan de estudios”, se realiza un acercamiento a la concreción de las dimensiones curriculares y didácticas a partir de la enunciación de una serie de tensiones dadas en sus diferentes etapas, formas de fundamentación, acciones, instrumentos y documentos curriculares, en tanto “la elaboración de planes de estudio requiere contar no solo con una claridad conceptual referida a lo que se pretende en términos amplios con el proceso de formación, [...] sino que también se debe materializar” (pp. 31, 33).

De otro lado, el autor insiste en el reto de concebir la elaboración curricular desde una perspectiva de investigación y presenta de manera concreta algunos campos de acción investigativa en donde reconoce y posiciona el lugar de los diferentes actores curriculares.

“El debate sobre la estructura de un plan de estudios y la organización del contenido” es el título del capítulo 3, en el que se exploran analíticamente las ventajas y limitaciones que conllevan las diversas

formas de organización curricular, y al mismo tiempo se propone un planteamiento y los contenidos básicos que permiten observar la estructura de un plan de estudios.

En este capítulo se presenta un recurso importante para el desarrollo o rediseño de un plan de estudios. DÍAZ BARRIGA enseña de manera coherente las apuestas y dificultades asumidas por los responsables del trabajo curricular en cuanto a la organización de un plan de estudios, en lo que respecta a los binomios: por asignaturas e integración de contenido; flexibilidad curricular y laboral y profesional; currículum integral y la articulación del campo laboral.

Desde el punto de vista de la organización curricular, DÍAZ BARRIGA reconoce una disposición y una secuencia de orden lógico que respete los distintos modos de aprendizaje y se cifre en diferentes principios de discusión conceptual para demostrar el sentido y lugar del contenido básico que lo conforma.

En el capítulo 4, “Modelos curriculares y modelos de análisis curricular”, el autor da cuenta de cómo el debate sobre el tema central del libro se ha intensificado en diferentes campos de conocimiento, pero a pesar de sus desarrollos y diferentes posturas “hay un enorme retraso en el análisis y desarrollo de instrumentos que permitan comprender tanto la estructura curricular como los contenidos del peso que las diversas líneas de formación y los contenidos tienen en cada plan de estudios” (p. 101).

Algunos elementos interesantes del capítulo tienen que ver con los conceptos de las relaciones verticales y horizontales de los contenidos de un plan de estudios (propuestas por TYLER en 1949), términos que dan cuenta de la orientación global y de las articulaciones posibles en las dinámicas de los contenidos, y que atienden a los ya conocidos principios de continuidad y secuencia propios de la integración y de las relaciones de los mencionados planes de estudio.

Otros instrumentos retomados en el capítulo son: la organización de las materias en líneas de formación de acuerdo con su evolución y el establecimiento de seriaciones formales entre las asignaturas

o formas de presentación (la propuesta modular, por ejemplo). Un concepto que resulta interesante es el de *mapa curricular*, el cual traduce y refleja la manera de representación y presentación de las líneas de formación, los porcentajes, e identifica las acciones que traducen los datos cuantitativos.

Un tema demandante en la prescripción normativa curricular es el relacionado con el enfoque de competencias en la formación básica, media y profesional. En este último nivel formativo se han fijado posturas de orden académico que centran el debate en la falta de cuestionamiento y teorización en múltiples sentidos. ANGULO (2008) manifiesta que el movimiento de las competencias en educación superior ha sido incorporado al vocabulario y a la acción sin un cuestionamiento previo, y lo relaciona con una concepción mercantilista del mismo en cuanto una apuesta educativa que bloquea las dimensiones sociales, culturales, valorativas y políticas de la formación y la enseñanza.

Varias son sus denominaciones y acepciones, se habla de la evaluación por competencias, del enfoque competencial, de las normas de competencia, etc. Para DÍAZ BARRIGA, hay diversas formulaciones y expresiones en torno a las competencias: destaca la formación por competencias, los planes de estudio basados en el enfoque por competencias y las propuestas educativas por competencias (p. 115).

Si bien se articula a un significado meramente instrumental y “lenguajes ligados a la gestión y el control del currículum” (GIMENO, 2008, p. 10), la educación universitaria se suele justificar en la necesidad de la adaptación de los futuros universitarios al mundo laboral y las demandas del mercado. En este sentido, Díaz advierte que las diversas aplicaciones del enfoque por competencias suelen ser parciales, en ocasiones superficiales, lo que es consecuencia de la negativa para atender la problemática conceptual, muy generalizada en el ámbito de la educación,

Para GARCÍA-GARÑUDO el capítulo es

un análisis magistral del concepto y sus implicaciones en el diseño curricular, en tanto los planteamientos

elaborados manifiestan una ausencia genealógica del concepto y tienen una terminología tan variada que conduce a clasificaciones distintas que generan una enorme confusión, y resulta difícil adoptar una metodología del diseño curricular basada en este enfoque. (2016, p. 197)

Sin embargo, DÍAZ BARRIGA reconoce su lugar en el campo educativo: “no se puede desconocer el avance del tema en el debate de carácter más estructura y en la riqueza del concepto, aunque ha contribuido al establecimiento de un discurso hueco de innovación” (p. 140).

En el mismo apartado, el autor da cuenta de una clasificación a partir de la observación de diversos autores o programas que conciben las competencias en el ámbito de la educación, y en particular en los planes y programas de estudio. En este sentido, se habla de las competencias genéricas, disciplinares o transversales, y competencias en formación profesional.

“La educación en valores: avatares del currículum formal, oculto y los temas transversales” es el apartado 6, donde se hace un tratamiento de los valores en el debate curricular. Allí se afirma que, en los desarrollos actuales del campo del currículo, existen aproximaciones para analizar el problema de la formación en valores, como las reflexiones de la perspectiva del currículo oculto, y las propuestas y estrategias de elaboración de temas transversales en el currículo.

El séptimo capítulo analiza dos temas: el servicio social en el ámbito de la formación profesional, y las visiones de formación en la práctica, pensada en el debate curricular. De manera particular se plantea la pregunta por los egresados en el contexto mexicano y se da cuenta de aspectos como sus orígenes, definiciones, proyectos y prácticas.

Desde el punto de vista de los planes de estudio, el texto reconoce que el tema se asocia con las prácticas profesionales y su reconocimiento como un requisito para tener derecho a la obtención del título profesional, o incluso como un tramo formativo en el plan de estudios.

En el capítulo ocho se analiza la diversidad cultural, su relación con el currículum, sus articulaciones y tensiones. Se menciona la necesidad de aprender a aceptar y a convivir con la diferencia, y a reconocer el valor que las diversas expresiones culturales tienen en sí mismas (p. 170).

Para GARCÍA-GARNUDO (2016), la disertación del autor da cuenta de las tensiones entre el currículum formal versus el vivido, que se manifiesta en la presión de los estados nacionales y las pruebas masivas para homogeneizar el currículum en los planes de estudio, dejando la diversidad en el terreno de las actitudes, valores y contenidos folclóricos.

Para DÍAZ BARRIGA,

la formación para la diversidad continúa siendo un reto del sistema educativo; formación para la diversidad implica varios cambios y ajustes a la cultura escolar, “la concepción que se tiene del trabajo escolar y el papel que se les asigna a los contenidos en los planes curriculares”. (p. 180)

El último capítulo trata de la evaluación curricular y de programas con fines de acreditación; se exponen sus cercanías y los desencuentros con las ideas y proyectos que caracterizan los procesos relacionados con la evaluación en nombre del mejoramiento y la calidad en los sistemas educativos. Por eso se hace referencia a la promoción de autoevaluaciones de los programas educativos, como parte de los mecanismos de su evaluación o acreditación, con una clara situación de desplazamiento de los procesos de evaluación curricular (resultado de una política educativa que impone modelos de evaluación como estrategias de financiamiento para la educación superior).

El abordaje del currículum desde la perspectiva del plan de estudios es, hasta cierto punto, novedoso, en tanto el tratamiento hecho por DÍAZ BARRIGA, como la relación entre la conceptualización, la visión como saber disciplinario, los protagonistas, el enfoque de las competencias profesionales, sus cercanías con el trabajo social, la diversidad y el viejo cuño de la evaluación, dan como resultado

el resurgimiento de estas temáticas en el escenario educativo; abordaje que supera los sentidos tecnocráticos y pragmáticos de un campo que resurge según la concienzuda presentación del autor.

Referencias bibliográficas

- ANGULO, F. La voluntad de distracción: las competencias en la universidad. En: GIMENO, J. (comp.). **Educación por competencias ¿qué hay de nuevo?** Morata. Madrid: España, 2008. pp. 176-205.
- DÍAZ BARRIGA, F. Comprender la teoría del currículum como una converción complicada. **Revista Mexicana de Investigación Educativa**, Ciudad de México, v. 21, n. 69, pp. 641-646. 2016.
- GARCÍA-GARÑUDO, J. M. Reseña del libro *Currículum: entre utopía y realidad*, de Ángel Díaz Barriga. **Revista Iberoamericana de Educación Superior**, Ciudad de México, v. VII, n. 19, pp. 195-198. 2016.
- GIMENO, J. (comp.) **Educación por competencias ¿qué hay de nuevo?** Morata. Madrid: España, 2008.

EDITORIAL

Reflexiones sobre la enseñanza de la astronomía
Néstor Camino

HISTORIAS DE VIDA

Entrevista a Alvaro Chrispino
Olga Castiblanco

ARTÍCULOS

Explorando o conceito “densidade” com estudantes do ensino fundamental
Fabiele Cristiane Dias Broietti, Talita Parpinelli Ferracin, Viviane Arrigo

Os modelos didáticos de licenciandos em ciências da natureza no estágio e as imbricações com suas concepções de natureza da ciência
Gisele Soares Lemos Shaw

O ensino dos números racionais por meio de atividades de pesquisa e investigação: buscando desenvolver o pensar
Carla Denize Ott Felcher, André Luis Andrejew Ferreira

La implementación de la actividad experimental desde los fundamentos de la mediación didáctica en docentes en formación en ciencias
Claudia Marcela López Benavides, Linda Dayana Ramírez Acosta, Édgar Andrés Espinosa Ríos

La conceptualización de la experiencia de la doble rendija a partir del enfoque de caminos múltiples de Feynman
María de los Ángeles Fanaro, Mariana Elgue

Didáctica de las ciencias desde la diversidad cultural y ambiental: aportes para un currículo contextualizado
Sandra Elvira Ruíz Castillo

Las TIC como herramientas cognitivas de inclusión en clases de física para estudiantes de enseñanza secundaria
Samuel Sanhuesa Haro, Alicia Bravo Escobar, Claudio Faúndez Araya, Eduardo Utreras Cofré

Habilidades cognitivas apresentadas por alunos participantes de um projeto de iniciação científica no ensino médio
Andreia de Freitas Zompero, Tiago Henrique dos Santos Garbim, Cinthia Hoch Batista de Souza, Diliane Barrichelo

Dicumba – o aprender pela pesquisa em sala de aula: os saberes científicos de química no contexto sociocultural do aluno
Everton Bedin, José Claudio Del Pino

RESEÑA

Currículum: entre utopía y realidad
Martha Velazco

