

VOL 12 • NÚM 2 • JULIO - DICIEMBRE 2017 • e-ISSN: 2346-4712

GÓNDOLA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

VOL 12 • NÚM 2
JULIO-DICIEMBRE DE 2017
e-ISSN: 2346-4712



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Revista Góndola
Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias
Volumen 12-Número 2
julio-diciembre de 2017

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
Diony Constanza Pulido

Corrección de estilo

Fabián Andrés Gullaván

Diseño y diagramación

David Mauricio Valero

Fotografía portada

Crédito: Diego Vizcaino



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

EQUIPO EDITORIAL

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

Dr. Diego Fabian Vizcaino
Colombia
Editor de Contenidos

Juliana Monroy Ortiz
Asistente editorial

COMITÉ CIENTÍFICO/EDITORIAL

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

Dr. Antonio García Carmona
Universidad de Sevilla, España

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

Dr. Edwin Germán García Arteaga
Universidad del Valle, Colombia

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

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

COMITÉ EVALUADOR

Dr. Daniel Fernando Bovolenta Ovigli
Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil

Dr. Edval Rodrigues de Viveiros
*Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, Brasil*

Dr. Jairo Gonçalves Carlos
*Secretaria de Estado de Educação do Distrito
Federal, Brasil*

Dr. Job Antonio Garcia Ribeiro
*Universidade Estadual Paulista Julio de
Mesquita Filho, Brasil*

Dra. Diana Fabiola Moreno Sierra
*Universidade Estadual Paulista Julio de
Mesquita Filho, Brasil*

Dra. Elena Fabiola Ruiz Ledesma
*Escuela Superior de Cómputo del Instituto
Politécnico Nacional, México*

Dra. Fúlvia Eloá Maricato
Universidade Estadual de Maringá, Brasil

Dra. Gislaíne Donizeti Fagnani da Costa
Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Dra. Luciana Bagolin Zambon
Universidad Federal de Santa Maria, Brasil

Dra. Sandra Regina Teodoro Gatti
*Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita
Filho, Brasil*

Dra. Taitiâny Kárita Bonzanini
Universidade de São Paulo, Brasil

Mg. Diana Lineth Parga Lozano
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Mg. Juan Prieto González
Universidad del Zulia, Venezuela

Mg. Liz Ledier Aldana Granados
Secretaria de Educación Distrital, Colombia



Contenido

EDITORIAL

- La interfaz "formación de docentes - ejercicio de la docencia" 5
Silvia Stipcich

HISTORIAS DE VIDA

- Entrevista a Roberto Nardi 7
Olga Castiblanco

ARTÍCULOS

- Representaciones semióticas alrededor del concepto de función en estudiantes de ingeniería 14
Semiotic representations around the concept of function in engineering students
Raúl Prada Núñez, César Augusto Hernández Suárez, Luis Alberto Jaimes Contreras

- Aprendizagem de conceitos de astronomia no ensino fundamental: uma oficina didática em 32
preparação para a OBA
Learning astronomy concepts in elementary school: a didactic workshop as preparation to Brazilian
astronomy Olympiad
Suelen Aparecida Felicetti, Isabel Cristina Miorando Luft, Marcos Leandro Ohse

- Teoria das metas de realização em sala de aula e as possíveis influências nos padrões motivacionais 50
para a aprendizagem da química em duas turmas do ensino médio
Achievement goals in the classroom and their possible influence on motivational patterns for
chemistry learning in two Brazilian high schools
Denilson Mendes de Oliveira, Vinícius Catão

- A presença do lúdico no ensino dos modelos atômicos e sua contribuição no processo de ensino 69
aprendizagem
The presence of ludic on teaching process of atomic models and its contribution on teaching-
learning process
Emerson de Lima Soares, Cátia Silene Carrazoni Lopes Viçosa, Marli Spat Taha, Vanderlei Folmer

- Evolução biológica: ECO-EVO-DEVO na formação inicial de professores e pesquisadores 81
Biological evolution: ECO-EVO-DEVO in initial teachers and researchers education
Thais Benetti de Oliveira, Fernanda da Rocha Brando, Ana Maria de Andrade Caldeira

- El potencial de las aplicaciones educativas en el proceso de evaluación formativa 99
The potential of the educational applications in the formative assessment process
Mayara Lustosa de Oliveira, Thanuci Silva, Juan Carlos Vega Garzón, Eduardo Galembeck

- Conteúdos ambientais no ensino de química: análise dos currículos, dos livros didáticos e matrizes 117
de avaliação nacional no Brasil
Environmental contents in the teaching of chemistry: an analysis in standards, educational books,
and assessment matrices in Brazil
Diana Lineth Parga Lozano



Contenido

Valor nutricional dos alimentos: uma situação de estudo à contextualização e interdisciplinaridade no ensino de ciências Nutritional Value of Foods: a situation of study to contextualization and interdisciplinarity in science teaching <i>Marli Spat Taha, Alexandre de Souza Javorsky, Cátia Silene Carrazoni Lopes Viçosa, Emerson de Lima Soares, Maristela Cortez Sawitzki</i>	131
Un recurso acerca de los hongos para el diálogo intercultural en la enseñanza de biología A resource about fungi for intercultural dialogue in biology teaching <i>Edilaine Almeida Oliveira Silva, Geilsa Costa Santos Baptista</i>	142
Adaptación del instrumento metodológico de la representación del contenido (ReCo) al marco teórico del CTPC Adaptation of the methodological instrument of the representation of the content (CORE) to the theoretical framework of TPCK <i>Boris Fernando Candela</i>	158
O ensino da biodiversidade: tendências e desafios nas experiências pedagógicas The teaching of biodiversity: trends and challenges in pedagogical experiences <i>Yonier Alexander Orozco Marín</i>	173
Aprendizagem baseada em projetos e formação de professores: uma possibilidade de articulação entre as dimensões estratégica, humana e sócio-política da didática Learning based on projects and teachers education: an articulation possibility between strategy, human and socio politics dimensions of didactic <i>Bruno Vicente Lippe Pasquarelli, Thais Benetti de Oliveira</i>	186
RESEÑAS	
Moreno Sierra, D. F. <i>Construcción de conocimiento escolar en ciencias naturales a partir de preguntas: una experiencia en contexto rural</i> <i>Leonardo Fabio Martínez Pérez</i>	204



EDITORIAL- V12, N.º 2

La interfaz “formación de docentes - ejercicio de la docencia”

Silvia Stipcich¹

Expresiones del saber popular tales como “en la pista se ven los pingos” o “el movimiento se demuestra andando” son representativas de la creencia en que el saber hacer es lo que cuenta en un contexto específico, lo cual, ciertamente, es razonable. La preocupación de los empleadores por la distancia que media entre la formación de los profesionales y su capacidad para ejecutar la profesión aprendida crece constantemente. Esta preocupación también es compartida por los formadores de docentes, los directivos de las instituciones educativas y los propios estudiantes (es decir, los futuros docentes).

En una sociedad, como la que habitamos, en la que ocurren constantemente profundos y vertiginosos cambios, cada día resulta más difícil anticipar qué deben contener los diseños curriculares para formar “idóneamente” a los futuros profesionales. La formación universitaria está obligada hoy día, como nunca antes, a enfocarse en la contextualización de los aprendizajes con miras a que los profesionales formados sean capaces de desenvolverse de manera competente y creativa, en colaboración con otros, y en escenarios complejos y cambiantes.

Por estas razones, parece oportuno introducir la noción de interfaz para referirse, particularmente, al espacio de interacción, comunicación e intercambio entre la formación docente y el ejercicio de la docencia. Así como la pantalla de una computadora puede ser considerada una interfaz entre el usuario y el disco duro de la misma, se entiende que las prácticas docentes supervisadas pueden ser concebidas como la interfaz entre la formación docente y el ejercicio de la docencia.

El currículo de formación más pensado nunca podrá anticipar la incertidumbre que acompaña el ejercicio de una dada profesión. No obstante, formarse en docencia mientras se hace docencia, orientada y supervisada por profesionales, puede ser una oportunidad para reconocer en esa incertidumbre las particularidades y requerimientos específicos de un ambiente y, con ello, hacer consciente cuáles posibilidades de acción desplegar para actuar en él.

En la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, el espacio curricular Práctica Docente, ha ofrecido un escenario en el cual futuros profesores ensayan su rol profesional. Dicho espacio curricular es un tramo formativo orientado a la configuración de sujetos docentes/enseñantes en el contexto de aulas específicas. Es un escenario de aprendizaje en el que el futuro docente, a partir de la reflexión crítica sobre las actividades de enseñanza, ejerce la enseñanza y, a la vez, se apropia del oficio de docente. El conocimiento que se despliega es complejo; atiende a la construcción conceptual necesaria para enseñar una cierta disciplina y, también, a la construcción de un conjunto de estrategias

1. Dra. en Enseñanza de las Ciencias (mención Física). Investigadora perteneciente al Núcleo Educación en Ciencias con Tecnologías. Docente del Departamento de Formación Docente de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Correo electrónico: silcich@gmail.com

pedagógicas que ayudan a enfrentar la diversidad de situaciones que se generan en un proceso de enseñanza. Los docentes en ejercicio toman decisiones en cada una de las intervenciones de las que participan. Por lo cual se ven en la circunstancia de construir teorías prácticas para atender a los problemas que se les presentan, conjugando saberes muy disímiles, muchos de los cuales son implícitos, atravesados por creencias y valoraciones sobre qué es enseñar y aprender.

Entender la práctica docente como la interfaz entre la formación y el ejercicio de la docencia en aulas específicas es reconocer la relevancia del contexto en la formación profesional. Y esto, lejos de ser un detalle sin importancia, es ni más ni menos que una parte fundamental de la ineludible responsabilidad social que les cabe a las instituciones que son formadoras de profesionales en el siglo XXI.



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

Bogotá, Colombia

<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>



DOI: 10.14483/23464712.12281

Historias de Vida

ENTREVISTA A ROBERTO NARDI

Olga Castiblanco

Entrevista realizada vía Skype el 22 de mayo de 2017

Revista Góndola Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias.



Foto: Dr. Roberto Nardi

Roberto Nardi (RN): Licenciado en Física por la Universidad Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) (1972), Magíster en Science Education por la School of Education de la Temple University, Filadelfia, EE.UU. (1978), Doctor en Educación por la Universidad de São Paulo (FEUSP) (1989), realizó sus estudios posdoctorales en la Universidad Estadual de Campinas (Unicamp) (2004-2005). Desde 1994 ha trabajado como profesor adjunto en el Departamento de Educación y en el posgrado en Educación para la Ciencia de la Facultad de Ciencias de la (UNESP), campus de Bauru.

Olga Castiblanco (OC): Licenciada en Física por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá, Colombia), Magíster en Docencia de la Física por la Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá, Colombia), Doctora en Educación para la Ciencia por la Universidad Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) (Brasil). Actualmente es docente e investigadora de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

OC: En esta ocasión saludamos al profesor Roberto Nardi y le agradecemos por aceptar nuestra invitación a compartir con nuestros lectores algunas de sus ideas y conocimientos. Comenzaré preguntándole acerca de su tesis de libre docencia en la cual pone en evidencia que el área de enseñanza de las ciencias es un campo de estudio consolidado con objetos de estudio propios y metodologías de investigación particulares. En sus palabras ¿en qué consiste ese campo particular de estudio que se denomina enseñanza de las ciencias?

RN: Realicé esa investigación entre los años 2005 y 2008 en colaboración con la profesora María José Pereira de Almeida de La Universidad Estadual de Campinas, con apoyo financiero del Consejo Nacional de Investigación y Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), de la FAPESP y de la FUNDUNESP¹. Entrevisté físicos, químicos, biólogos, y geólogos básicamente con dos preguntas centrales, la primera, ¿cuáles considera que fueron los factores determinantes para el surgimiento de la investigación en el área de enseñanza de las ciencias en el Brasil?, y, la segunda, ¿qué características particulares tiene esta área de enseñanza? Por ejemplo, ¿qué hace diferente investigar en enseñanza de la física a investigar en Física? Para decidir a quienes entrevistar pedimos a diversos investigadores del área que mencionaron cinco nombres de personas que consideraban que fueron fundamentales en la consolidación del área en el Brasil. Fueron seleccionados 30 investigadores, pero entrevisté solo a 26 de ellos. Para llevar a cabo las entrevistas tuve que viajar a diferentes estados del país. Entrevisté a físicos, químicos, biólogos y un geólogo². En estas entrevistas descubrí que esta área surgió a finales de la década de los sesenta e de la del setenta,

lo cual coincide con la creación de la investigación en el Brasil. Respecto a los factores determinantes mencionan, por ejemplo, la financiación que instituciones como la CAPES³, el CNPq y otras dieron a investigadores para hacer maestría en el extranjero, Estados Unidos, Inglaterra y otros países, entonces esos investigadores conocieron el área y cuando volvieron empezaron a crear sus propios grupos de investigación en educación para la ciencia, educación para la matemática, etc. Otro factor que los entrevistados mencionaron fue el empeño de la Unesco en la creación de centros de ciencias en el Brasil, que fueron fundados en siete capitales: Porto Alegre, Río de Janeiro, Sao Paulo, Belo Horizonte, Salvador y Recife. Allí comenzaron a apoyar la elaboración y compra de equipos y materiales para la enseñanza de las ciencias. Simultáneamente ocurrió que proyectos de investigaciones internacionales fueron traducidos e implementados en el Brasil, como el PSSC⁴ en física, el BSCS⁵ en biología, entonces todo esto generó una situación, que los investigadores llaman “distensión” y acaeció después de la Segunda Guerra Mundial, en la cual hubo mucho desarrollo de la ciencia en los países comunistas y socialistas como Rusia y China, lo que se evidenció con el lanzamiento del Sputnik ruso en la década de los sesenta, entonces en los países occidentales de Europa y en Estados Unidos sintieron que la ciencia en occidente estaba más atrasada y hubo temor de que los comunistas pudieran dominar el campo científico, algunos dicen que esto es una leyenda, pero otros dicen que realmente sucedió así, en todo caso, en occidente se entendió que había que producir proyectos en el área de ciencias, que luego fueron traducidos e implementados en toda Latinoamérica. Al final todos estos proyectos acabaron no funcionando muy bien, yo soy de esa

1. <http://www.proposicoes.fe.unicamp.br/proposicoes/edicoes/texto105.html>
2. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132015000200001
3. Coordinación de perfeccionamiento de personal de Educación Superior.
4. Physical Science Study Commite, 1956.
5. Biological Science Curriculum Study, 1958.

época y me acuerdo del proyecto PSSC que me parecía un proyecto bueno, pero que fue hecho para los Estados Unidos, y, por eso, los profesores brasileiros no conseguían adaptarse a este material, obviamente por cuestiones culturales y sociales, entonces como reacción a esa situación surgieron proyectos nacionales en varias universidades y esos nuevos proyectos fueron un factor determinante en la conformación de nuevos grupos de investigación en el área. Son varios los factores que yo cito en mi tesis sobre libre docencia que se llama “formación del área de enseñanza de las ciencias en el Brasil: memoria de los investigadores”. Además de los factores ya enumerados, la revista de la UNILA (Universidad de integración latinoamericana)⁶, en Foz de Iguazú, sacó un número en el cual fueron invitados investigadores de varios países de América Latina a hablar sobre enseñanza de las ciencias, entonces en mi tesis yo cuento esta historia y hablo de la evolución de la investigación en enseñanza de las ciencias en el Brasil a partir del año 2000, cuando la CAPES reconoce la existencia de esta área de investigación y crea el área 46, que regula todos los programas de enseñanza de las ciencias en el país e instala, así mismo, un proceso de evaluación y de acreditación para los programas de posgrado en el área.

OC: ¿El reconocimiento de esta área es un hecho que se dio solo en el Brasil o usted conoce otros países en donde exista?

RN: no, el caso de la CAPES en el Brasil es un modelo, tal vez en otros países se hayan iniciado algunos procesos semejantes, pero creo que la CAPES fue la primera en esta iniciativa y, tal vez, aún siga siendo la única, porque ella cuida del reconocimiento y acreditación de todos los programas de enseñanza de las ciencias en el Brasil. Hoy la CAPES tiene 48 áreas de evaluación, por ejemplo, física y

astronomía, literatura, lingüística, medicina, nutrición, educación ambiental, matemática, filosofía y teología, y muchas otras que están clasificadas en grandes áreas como ciencias sociales, ciencias humanas, ciencias exactas y así...

OC: ¿La CAPES asigna dinero del presupuesto nacional específicamente para esta área?

RN: Sí, y este también es un factor importante que contribuye al crecimiento de los grupos de investigación. Acabo de recordar que los investigadores citan un proyecto de la CAPES en la década de los ochenta, el Proyecto de Apoyo al Desarrollo Científico y Tecnológico del Brasil (PADCT), que tuvo una subárea, un programa específico, que se llamó Subprograma de Pesquisa en Enseñanza de las Ciencias (SPEC), entonces, fue la primera vez que oficialmente se destinó un presupuesto a esta área de estudio en la perspectiva de que si fortalecemos la enseñanza de las ciencias, tendremos mejores científicos. Los investigadores entrevistados dicen que los grupos de investigación que recibieron apoyo económico por medio de este proyecto se consolidaron y fueron los que fundaron los primeros programas de posgrado en el área. Al respecto digo que aquello es evidencia de que cuando los dineros públicos son bien invertidos y distribuidos, redundan en un impacto real en el desarrollo de la sociedad.

Cuando surgió el área 46 en la CAPES lo hizo con siete programas y nuestro programa aquí en la UNESP⁷, la Maestría en Educación para la Ciencia, fue uno de ellos. Empezó en el año 1997 y tuvimos nuestra primera sustentación de maestría en el año 1999. En el 2004 fundamos el doctorado. Hoy nuestro programa tiene alrededor de 300 egresados de maestría y casi 200 de doctorado.

OC: ¡Ese es un impacto grande en el área!

6. <https://ojs.unila.edu.br/IMEA-UNILA/article/download/341/295>

7. <http://www.fc.unesp.br/#!/pos-graduacao/mestrado-doutorado/educacao-para-a-ciencia/programa/>

RN: Sí, y ellos están hoy distribuidos por todos los estados del Brasil y también en otros países como Colombia, mediante el proyecto de cooperación que inició en la Universidad Pedagógica Nacional con el profesor Rómulo Gallego, y que ahora se extendió también a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas; en este momento también tenemos estudiantes de maestría y doctorado que vienen de la Universidad del Valle y otras. El crecimiento del área es exponencial, porque inició con 7 programas y hoy son alrededor de 150 programas en el país. Por ejemplo, egresados de nuestro programa, que ya cumplió 20 años, volvieron a sus universidades, usualmente en sus regiones de origen, y crearon nuevos programas de posgrado en el área para atender las necesidades específicas de sus comunidades. Este es un indicador que la CAPES utiliza para evaluar los programas, ya que esto le permite mostrar el impacto que ha tenido un programa de estudio en la sociedad. En nuestro caso, por ejemplo, tenemos egresados que crearon programas en estados o regiones menos desarrolladas, lo cual es bien visto, especialmente durante estos dos últimos gobiernos, el presidente Lula da Silva y la presidenta Dilma Rouseff, quienes invirtieron bastante en el desarrollo del sistema público de educación, en la creación de nuevas universidades y de institutos federales de educación, así como en la consolidación de los posgrados.

En consecuencia, los programas más avanzados, ubicados principalmente en el sureste y sur del país, los cuales ya estaban evaluados con nota 5 y 6 fueron llamados a colaborar en la creación de programas nuevos en la región noreste, norte y centro-oeste, que están menos desarrolladas en varias áreas. Esta también es una manera de socializar la producción científica, por ejemplo, nosotros tenemos algunos proyectos apoyados por la CAPES que son interinstitucionales, formamos varios doctores con la Universidad de Juiz de Fora en el interior de Minas Gerais, y ahora tenemos 17 estudiantes de doctorado que participan en un proyecto en la Amazonia, en la Universidad del Estado de Pará ubicada en la ciudad de Belén. Esta institución tiene una estructura muy

similar a la de la UNESP, tiene diversos campus en varias regiones de la Amazonia y núcleos de enseñanza de las ciencias para los indígenas, parte del campus también está dentro de zonas en conflicto en las cuales existen problemas, por ejemplo, de distribución de tierras; en estas áreas es importante trabajar la enseñanza de las ciencias con personas en condición de vulnerabilidad.

Ahora también tenemos otro proyecto, el PROCAD, que también es apoyado por el Gobierno, con dos universidades del nordeste que aún no tienen doctorado, que son la Universidad del Estado de Sudoeste de Bahía, en la cual hay varios doctores de la UNESP que crearon el posgrado allá, y la Universidad de Sergipe en Aracaju que solo tiene maestría, allí tenemos misiones de estudio con estudiantes de doctorado.

OC: Eso es todo desde la perspectiva de la cooperación

RN: Exacto, es una cooperación de doble vía, tenemos varios de nuestros doctores instalados allá y también hacemos evaluaciones y direcciones de tesis conjuntas. Los profesores doctores de allá vienen a hacer posdoctorado acá y así...

OC: Usted es una persona reconocida en el área de enseñanza de las ciencias y ha viajado compartiendo sus conocimientos por muchas partes del mundo, quisiera saber ¿cómo ve ésta área en el mundo?

RN: Antes de responder quisiera complementar diciendo un par de cosas más sobre las preguntas que hice en mi tesis. La segunda pregunta, como ya dije, fue ¿qué significa la investigación en enseñanza de las ciencias? Los entrevistados hablaron sobre algunas características de esta investigación, una de ellas es la interdisciplinariedad, es decir, que si uno quiere hacer investigación en enseñanza de la física, por ejemplo, necesita conocer muy bien la física, la historia de la física, pero también la filosofía de las ciencias, la epistemología, así como las disciplinas asociadas a la educación como la psicología de la educación, la sociología de la educación, entre

otras. Dicho de otro modo, la enseñanza de las ciencias es por naturaleza inter o multidisciplinar, en consecuencia, el conocimiento de la ciencia específica es muy importante, pues no se puede hacer investigación en enseñanza de la física si no se conoce la física, pero hay que reconocer también que no es suficiente. Los entrevistados también resaltan que en la investigación en el área hay una presencia importante de la historia y la filosofía de la ciencia, uno de los entrevistados dijo, más o menos así: “Nosotros fuimos a beber de filósofos como Kuhn, Popper, Lakatos o Feyerabend cuando muchos de esos referentes estaban olvidados por otras disciplinas”, entonces nosotros trajimos esos referentes para dialogar y para trabajar la historia y la filosofía de las ciencias en la enseñanza de las ciencias.

Otra característica que ellos mencionan es que la investigación en enseñanza de las ciencias debe ser clasificada correctamente, ya que tiene una investigación básica, pero también es bastante aplicada, porque cuando uno empieza a investigar, uno tiene que ingresar el salón de clase o a la escuela y en ese movimiento el investigador acaba interfiriendo con el campo, si, por ejemplo, se hace una investigación acción se debe permanecer varios años en la escuela, o si se va a estudiar cómo los indígenas de una tribu aislada de la sociedad explican ciertos fenómenos, el investigador tiene que adentrarse y hacer estudios profundos sobre etnomatemática, etnociencia, etc., y al estar presente allá en el campo acaba involucrándose y, entonces, la disciplina se vuelve aplicada.

Por ejemplo, con base en los resultados de investigaciones de tesis que orienté a Rodolfo Langhi y Gustavo Iachel, como parte de los trabajos de nuestro grupo de investigación, sobre la situación de la enseñanza de la astronomía en la escuela primaria, organizamos un curso y estamos verificando que, efectivamente, muchas veces los profesores no saben qué contenidos ni con cuál metodología enseñar en astronomía, incluso a veces tienen conceptos semejantes a los de los niños, etc. Entonces estamos diseñando cursos para esos profesores, de

modo que cuando ellos vayan a trabajar con sus alumnos hagan de esta una investigación aplicada. Otra característica que señalan los investigadores es el lugar en donde se localizan o se ubican esos grupos de investigación dentro de las universidades, porque siempre está el dilema de si un grupo que investiga en enseñanza de la física debe estar en el Instituto de física o en un departamento de educación, entonces los países de lengua inglesa crearon los Science Education, Mathematics Education que se ubica en el medio, pero con la consolidación del área de enseñanza de las ciencias se requiere un *locus*, un espacio que atienda a esa inter o multidisciplinariedad propia del área, porque los indicadores de evaluación y los factores de impacto de este tipo de investigación tienen que ser considerados de forma diferencial. Por otro lado, hay necesidad de que se entable un diálogo colaborativo entre el área de ciencias y el área de educación, porque la investigación necesita de todas estas disciplinas. Hay un imaginario entre muchos colegas de que basta con saber el contenido para enseñar y hoy sabemos que es importante el contenido, pero que también es importante el conocimiento pedagógico y didáctico, y ahí es precisamente la investigación la que muestra como articularlos en la formación inicial y continuada del profesor. Por ejemplo, uno de los objetos de estudio de nuestro Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências) es cómo facilitar esa cooperación entre la universidad y la educación básica mediante un trabajo mancomunado de doble vía.

OC: Hoy en día ya existen muchas líneas de investigación en enseñanza de las ciencias ¿cuáles considera que son las más fuertes o las más trabajadas en el mundo?

RN: El área surgió en la década de los sesenta, pero se ha venido desarrollando en cada década de un modo particular, tal como mostramos en la tesis de Gloria George Feres, quien utilizó a Bourdieu como referente porque su trabajo se concentra en cómo se constituyen las artes, las ciencias, las religiones, etc.

Entonces en esa tesis consideramos cómo se ha ido constituyendo el área de enseñanza de las ciencias en el Brasil. Encontramos que además de los programas y los grupos de investigación, también se constituyeron revistas y eventos académicos como el Simposio Nacional de Enseñanza de la Física (SNEF), que tuvo su primera versión en la década de los setenta (se celebra cada dos años y actualmente va en la versión XXII) y que generó espacios no solo para mostrar resultados de investigación, sino también para experiencias de aula y otros aspectos importantes para los profesores. Después, a partir de 1986, se creó el Encuentro de Investigación en Enseñanza de la Física (EPEF), en el cual se reciben solamente resultados de investigación. Igualmente, se creó la Asociación Brasileira de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (ABRAPEC⁸) que desarrolla el Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de las ciencias (ENPEC) que va a celebrar su versión XXIII en julio de 2017 en Florianópolis. Entonces cuando se me pide evaluar los trabajos que son presentados tanto a revistas como los eventos, ellos son agrupados en líneas que son diversas. Ayer estuve presentando en la Universidad Federal de Ouro Preto precisamente algunas reflexiones sobre este tema y, evidencié que hay trabajos en enseñanza y aprendizaje de las ciencias, en historia y filosofía en la enseñanza de las ciencias, en enseñanza de las ciencias informal o no formal, en alfabetización científica, relaciones ciencia tecnología sociedad y ambiente, tecnologías de la información en la enseñanza, formación de profesores, multiculturalismo y diversidad con estudio sobre las minorías, también, por supuesto, en la cuestión de género y el papel de la mujer en la ciencia. En el último SNEF discutimos sobre el papel y participación de las mujeres y las negritudes en la enseñanza de la física. Aquí en el Brasil ahora tenemos investigación en todas estas líneas de muy buen nivel tal como en Europa o EE.UU., sin embargo, tenemos una limitante igual que los países de habla

hispana y es que publicamos poco en inglés, por lo que nuestros trabajos no son conocidos en esas partes del mundo, sin embargo, podemos decir que el Brasil ha tenido un fuerte impacto en toda Latinoamérica porque contribuyó en la formación de muchos magísteres y doctores que fueron yendo para estos países a compartir sus aprendizajes. Nosotros, me refiero a los grupos de investigación en el área de la UNESP, fuimos osados al poner en discusión cuestiones de historia y filosofía para la enseñanza de las ciencias y eso fue adoptado por muchos grupos de investigación posteriores. Recuerdo cuando estaba en la Universidad de Sao Paulo (USP) con la profesora Anna María Pessoa de Carvalho que estudiábamos la psicogénesis de muchos conceptos basados en Piaget. En conclusión, yo diría que lo que mantiene hoy el área consolidada es el hecho de compartir muchas preocupaciones, lo cual no quiere decir que el tenga, propiamente, un paradigma. Actualmente podemos decir que en el Brasil hay un fuerte movimiento para internacionalizar esta investigación que ya esta bien consolidada. Esto se evidencia cuando uno observa la gran participación que tiene Brasil en los eventos internacionales en el área, por ejemplo en España, aún cuando es muy tímida en eventos de habla inglesa principalmente por limitaciones en el dominio del idioma.

OC: Estoy completamente de acuerdo, pienso que tenemos que valorizar aún mas nuestro trabajo y buscar mostrarlo en todas las latitudes del mundo, pero además seguir defendiendo las características específicas del área de enseñanza de las ciencias para efectos del reconocimiento intelectual, social y económico de sus resultados de investigación. Profesor Roberto, agradecemos mucho su participación en este número de la revista y todo este provechoso saber que hoy nos comparte, el cual, sin duda, es de gran interés para nuestros lectores.

RN: Gracias a ustedes.

8. <http://abrapecnet.org.br/wordpress/pt/>

Alguna produción Bibliográfica del Dr. Roberto Nardi

- GATTI, S. R. T. ; NARDI, R. *A História e a Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências*. 1. ed. v. 1. Escrituras Editora. São Paulo: Brasil, 2016. 236pp.
- IACHEL, G.; NARDI, R. Memórias da Educação em Astronomia no Brasil: recortes a partir das falas de pesquisadores entrevistados sobre o tema. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, v. 18, p. 27, 2014.
- JESUS. A. C. S.; NARDI, R. Imaginários de licenciandos em Física sobre a Educação de Jovens e Adultos e o ensino nessa modalidade. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online)*, v. 18, pp. 106-130. 2016.
- LANCIANO, N.; NARDI, R.; FERNANDES, T. C. D.; LANGHI, R. *O Diário do Céu*. 1. ed. v. 1. Editora Livraria da Física. São Paulo: Brasil, 2016. 360pp.
- MONTEIRO, M. A.; NARDI, R.. As contribuições de Galileu à astronomia nas abordagens de livros didáticos de física: uma análise na perspectiva da natureza da ciência. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias* (en línea), v. 10, pp. 58 -72. 2015.
- NARDI, R. Memórias do Ensino de Ciências no Brasil: a constituição da área segundo pesquisadores brasileiros, origens e avanços da pós-graduação. *Revista do IMEA-UNILA*, v. 2, pp. 13-46. 2014.
- NARDI, R.; ALMEIDA, M. P. Educación en Ciencias: lo que caracteriza el área de enseñanza de las Ciencias en Brazil según investigadores brasileños. *REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 3, pp. 24-34, 2008.
- NARDI, R.; CASTIBLANCO, O. *Didática da Física*. 1. ed. v. 1. Cultura Acadêmica. São Paulo: Brasil, 2014. 160pp.
- NARDI, R.; CORTELA, Beatriz Salemme Correa . *Formação Inicial de Professores de Física em Universidades Públicas*. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016. v. 1. 230p .
- NEVES, M. C. D.; SILVA, J. A. P.; NARDI, R. (Orgs.). *O Carteggio Cigoli-Galileo*. 1. ed v. 1. Editora da Universidade Estadual de Maringá; Maringá: Brasil, 2015. 132pp.
- NARDI, R. *A área de ensino de ciências no Brasil: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros*. 2005. 170f. Tese (Livre- Docência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005
- SALAZAR, T, I; NARDI, R. Formação inicial de professores de Física: a experiência no estágio supervisionado de regência oportunizando a reflexão sobre as primeiras práticas pedagógicas. *Revista Tecné, Epistemi, Didaxis*, v. 18, pp. 406-412. 2016.





REPRESENTACIONES SEMIÓTICAS ALREDEDOR DEL CONCEPTO DE FUNCIÓN EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Semiotic representations around the concept of function in engineering students

Raúl Prada Núñez¹

César Augusto Hernández Suárez²

Luis Alberto Jaimes Contreras³

Cómo citar este artículo: Prada, R., Hernández, C.A., Jaimes L.A. (2017). Representaciones semióticas alrededor del concepto de función en estudiantes de ingeniería. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 14-31.

doi: 10.14483/23464712.10491.

Recibido: 30 de mayo 2016 / Aceptado: 9 de diciembre de 2016

Resumen

Este artículo retoma parte de una investigación cuyo objeto de estudio son las representaciones semióticas en la enseñanza alrededor del concepto de función en el cálculo diferencial. Tiene como objetivo analizar las representaciones semióticas a partir de la preferencia en los tipos de registro que adoptan los estudiantes alrededor del concepto de función en las carreras de ingeniería, específicamente, en la asignatura Cálculo Diferencial. Se toman como marco de referencia los trabajos de DUVAL (1993, 1998) y HITT (2000), los cuales evidencian favorabilidad derivada de la articulación coherente de los diversos registros de representación semiótica en los procesos de enseñanza (registro algebraico, registro gráfico, registro tabular, entre otros). La investigación se enmarca dentro de un diseño cuasi-experimental y nivel explicativo descriptivo. En los resultados encontrados se identificó que los estudiantes ingresan a la educación superior con bajo nivel conceptual de precálculo, lo que dificulta la comprensión de nuevos conceptos. Por otra parte, se evidencia que persiste el modelo de enseñanza tradicional en el cual, como se ha mencionado en diferentes investigaciones, predomina el registro algebraico sobre otros registros de representación, lo que, en el momento de resolver problemas rutinarios y no rutinarios, dificulta al estudiante la búsqueda de soluciones

1. Magíster en Educación Matemática. Docente Tiempo Completo Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia. Correo electrónico: raulprada@ufps.edu.co
2. Director Licenciatura en Matemáticas. Director Grupo de Investigación en Pedagogía y Practicas Pedagógicas - GIPEPP. Docente Departamento de Pedagogía, Andragogía, Comunicación y Multimedia. Universidad Francisco de Paula de Santander. Correo: cesaraugusto@ufps.edu.co
3. Magíster en Docencia de la Matemática. Docente Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Colombia. Correo electrónico: luis.jaimes@escuelaing.edu.co

acertadas. Se destaca que la articulación de los diversos registros de representación permite validar la teoría de DUVAL (1998), reafirmando que en la comprensión de los conceptos matemáticos no debe hacerse de manera directa, como en otras áreas, por lo que es necesario emplear distintas formas de representación y establecer una correcta conexión e intervencionalidad con el fin de garantizar el aprendizaje en los estudiantes.

Palavras chaves: articulación de registros, función, registro algebraico, registro gráfico, representaciones semióticas.

Abstract

This paper takes into account part of a research whose object of study is semiotic representations in teaching concept of function. It aims to analyze semiotic representations based on preference in types of record that students adopt around the concept of function in engineering careers, specifically, in the subject Differential Calculus. We take as a frame of reference the proposals by Duval (1993, 1998) and Hitt (2000), which showing favorability derived from coherent articulation between various registers of semiotic representation in teaching (algebraic registration, graphic record, tabulate registration, among others). This research is a quasi-experimental design in a descriptive explanatory level. Results let us to identify that students enter higher education have low pre-calculus conceptual level, making it difficult to acquire new concepts. It is evident that traditional model of education persists; in which, as mentioned in different researches, algebraic registration predominates over other representation registers, whose consequence is that when solving routine and no routine problems, students can not find successful solutions. We emphasize that articulation between different representation registers allow us to validate the theory of Duval (1998), reaffirming that mathematical concepts, unlike the inherent concepts of many disciplines, cannot be addressed directly, so shapes that represent them are required and correct articulation of them allows students to appropriate the concepts.

Keywords: articulation of registers, function, algebraic register, graphic record, semiotic representations.

Introdução

Desde las prácticas educativas e investigativas en el campo de la educación matemática, se evidencia que un considerable número de estudiantes que inician pregrado en programas de ingeniería no alcanzan los objetivos esperados en cursos iniciales de matemáticas. Este bajo rendimiento académico genera problemas como la repitencia y deserción académica.

Uno de los problemas que deben enfrentar los docentes a diario en su labor de aula es el considerable porcentaje de estudiantes que presentan dificultades en el proceso de comprensión y apropiación de los conceptos matemáticos. Esta situación se refleja en los malos resultados que obtienen los estudiantes en pruebas de carácter interno, regional o nacional, y que al final coinciden con los índices de pérdida, repitencia y deserción académica.

El objeto de estudio es el concepto de función y se espera identificar cómo la articulación coherente de diversos registros de representación facilita el entendimiento de dicho concepto, el cual se considera esencial para la comprensión de conceptos más complejos y es uno de los ejes fundamentales en los cursos de cálculo universitario.

Investigadores han evidenciado que desde la experiencia docente se observa que los estudiantes después de enfrentarse al concepto de función, se limitan al uso de una regla para probar cuándo una relación lo es. Es decir, lo validan de forma algebraica limitando su comprensión, ya que es necesario que el estudiante se apropie del concepto en todas sus formas de representación para que pueda entenderlo plenamente (PLANCHART, 2002; ARTIGUE, 1995).

Algunos estudios que proponen cambios en el modelo de enseñanza tradicional afirman que "Actualmente predomina el enfoque algebraico como reflejo de la primera forma para resolver problemas... y que algunos docentes hoy en día emplean como estrategia didáctica" (JAIMES, CHÁVES y HERNÁNDEZ, 2015 p. 24). En consecuencia, es frecuente encontrar en la enseñanza del cálculo que algunos conceptos sean evadidos y ocultados con fórmulas o algoritmos, lo que impide la comprensión precisa del concepto y puede llevar incluso, tanto a estudiantes como a docentes, a concebir una fórmula como un concepto en sí mismo (NÁPOLES, GONZÁLEZ, GENES, BASABILBASO y BRUNDO, 2004). Las citas anteriores revelan que el proceso pedagógico que se practica en el aula es uno de los factores de mayor incidencia en la comprensión de conceptos matemáticos, pero ¿qué estrategias de enseñanza pueden mejorar la comprensión de conceptos matemáticos?

Para dar respuesta a esta pregunta se toma como referencia la teoría de las representaciones semióticas (DUVAL, 1993, 1998). Este enfoque teórico afirma que un concepto se construye mediante tareas que impliquen el uso de diferentes sistemas de representación y promuevan la articulación coherente entre sus representaciones. Otros autores,

como HITT (2000), mencionan que el conocimiento de un individuo sobre un concepto es estable si es capaz de articular diferentes representaciones, libres de contradicciones, de este.

Análogamente a lo que ocurre con la enseñanza de otros conceptos y definiciones matemáticas se debe innovar con distintas estrategias didácticas que, al ser empleadas por el docente, permitan realizar distintas representaciones, de manera que el estudiante pueda captar y dominar en toda su dimensión los conceptos expuestos (DUVAL, 1998); GUZMÁN, 1990, 1998; IBARRA, BRAVO y GRIJALVA, 2002). En particular, DUVAL sostiene que:

Las diferentes representaciones semióticas de un objeto matemático son absolutamente necesarias, ya que los objetos matemáticos no son directamente accesibles por la percepción o por una experiencia intuitiva inmediata como lo son los objetos comúnmente llamados físicos. (DUVAL, 1998 p. 182)

En relación con lo anterior, queda clara la existencia de dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de distintos niveles de escolaridad alrededor del concepto de función, esto como consecuencia de la aplicación de un sistema tradicional de enseñanza que ha favorecido la utilización de unos registros más que otros. Se ha evidenciado cómo las representaciones semióticas de este concepto matemático se han presentado a los estudiantes de forma desarticulada, lo cual ha generado dificultades en la comprensión del concepto matemático, ya que posteriormente le es difícil al estudiante unificar sus diferentes representaciones para dar un significado integral. Alrededor de este tema se han desarrollado innumerables investigaciones, por ejemplo, las investigaciones producto de tesis de maestría y doctorado (GUTIÉRREZ, 2007; PLANCHART, 2002; VÁSQUEZ, 2008) o los estudios desarrollados por investigadores reconocidos como ARTIGUE (1995), DUVAL (1998), HITT (2000), D'AMORE (2006) entre otros.

No obstante, el presente estudio busca analizar las representaciones semióticas a partir de la

preferencia en los tipos de registro que adoptan los estudiantes alrededor del concepto de función. En este sentido, la presente investigación pretende dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿cuál es la preferencia de los docentes a la hora de articular diferentes registros de representación semiótica en el proceso de enseñanza del tema de funciones a estudiantes de ingeniería? y ¿de qué forma utilizan los estudiantes las distintas representaciones semióticas en el aprendizaje del concepto de función?

Método

La investigación se enmarca dentro de un diseño cuasi-experimental, ya que se busca controlar la mayor cantidad de variables influyentes (edad, género, estado civil, conocimientos previos, horarios de clase, salones de trabajo, entre otras) con el fin de aislar la variable “rendimiento académico” y que en mayor medida quede influenciada por la variable “metodología de enseñanza”. Así mismo, el nivel de la investigación es explicativa-descriptiva, pues se busca captar todos los posibles efectos en los estudiantes que se puedan derivar de la implementación de las metodologías.

La muestra del estudio se conformó con los estudiantes de primer semestre de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS), en la ciudad de Cúcuta (Colombia), matriculados para el primer semestre de 2015 en la asignatura Cálculo Diferencial en los programas de Ingeniería de Sistemas (grupo A), Ingeniería Electromecánica (grupo B) e Ingeniería Electrónica (grupo C). Se aplicó un proceso de muestreo no probabilístico utilizando la técnica de muestreo por conveniencia, pues la intención era identificar la posible existencia de diferencias académicas entre los estudiantes que ingresan a los diferentes programas curriculares de la Facultad de Ingeniería. Los estudiantes en el curso de Ingeniería de Sistemas fueron 42 y en los cursos de Ingeniería Electromecánica y Electrónica hubo 41 estudiantes. Ambos grupos están integrados por estudiantes de ambos sexos, con predominio del masculino, y edad promedio de 17

años, se destaca que aproximadamente el 95% de ellos se graduaron del colegio (educación media) en el año 2014 y provienen de familias cuyo estrato socioeconómico corresponde a niveles 2 y 3.

En este proceso investigativo se aplicaron dos cuestionarios, uno al comienzo de semestre y antes de iniciar el trabajo con cada grupo con el fin de determinar las características demográficas (edad, género, estado civil, tipo de institución educativa en la que se graduó, año en que se graduó, estrato socio-económico, entre otros aspectos) y académicas (conocimientos básicos en aritmética y en álgebra) de cada grupo. Esta prueba fue denominada pretest (anexo A). Posteriormente, se aplicó una segunda prueba con la intención de medir el nivel de conceptualización de los estudiantes en cada grupo después del proceso de intervención metodológica, es decir, la prueba posttest (anexo B). El énfasis del análisis de los registros semánticos (algebraico y gráfico) se hizo sobre la base de las respuestas de los ítems 5 y 6 de estas pruebas. En el desarrollo de la presente investigación se ejecutaron varias etapas:

Primero, se procedió a determinar de los siete programas que posee la Facultad de Ingenierías de la UFPS aquellos con las tasas más altas de repitencia. Fueron elegidos los programas de Ingeniería de Sistemas, Electromecánica y Electrónica.

Segundo, se tomó la decisión de recolectar los datos con los grupos de la asignatura Cálculo Diferencial de cada uno de los programas elegidos, debido a que en estos grupos solo están matriculados estudiantes que ingresan por primera vez a la educación superior y no hay presencia de repitentes, los cuales podrían poseer algún tipo de sesgo.

Tercero, una vez definidos los programas y el curso a trabajar, se tuvo contacto con los directores de cada programa con el fin de lograr sincronizar horas y días de clase, complementándolo con que las clases fueran en el mismo edificio y mismo piso. Solo de esta forma se podría garantizar que las condiciones ambientales de los tres grupos fueran similares. Esto se hace con el fin de reducir el efecto del mayor número de factores que puedan producir ruido en los resultados.

Cuarto, se realizó una selección de los docentes que trabajarían en el proyecto, los cuales debían cumplir dos características: por un lado, debían ser docentes de este curso con una misma formación profesional (en este caso, licenciados) y, adicionalmente, debían tener experiencia en esta asignatura de mínimo dos años. Una vez seleccionados los docentes, se les informó de los objetivos de la investigación y cada uno eligió una de las estrategias de enseñanza a implementar. Como actividad complementaria, cada docente junto con el investigador, y apoyados en su experiencia docente, textos guía y material de apoyo, procedió a realizar cada una de las actividades a desarrollar en clase.

Quinto, se realizó la asignación de grupos y de estrategias a utilizar. Para ello, y con el fin de garantizar la aleatoriedad, se generaron dos listas (una con los programas académicos y la otra con la metodología a implementar), posteriormente fueron introducidos los elementos de cada lista en bolsas independientes. Se procedió a sacar un papel de cada bolsa y de esa forma se obtuvieron tres parejas con las características de trabajo. Los resultados de este sorteo se muestran en la tabla 1.

Sexto, una vez organizados los grupos, las metodologías y los docentes se procedió a tratar los temas definidos, utilizando en el aula el aprendizaje cooperativo. Actividad que se desarrolló así: al inicio de la clase el docente propone el objetivo de trabajo junto con el tema a tratar, posteriormente, los estudiantes conforman grupos de tres personas

y cada grupo comienza a desarrollar la actividad. La intención es que los estudiantes manifiesten sus concepciones dentro de su grupo, las discutan con sus compañeros hasta llegar a un punto en común, si es necesario el docente interviene en el proceso (pero no para resolver el problema, sino para re-orientar la discusión). Pasados aproximadamente noventa minutos se procede a socializar pregunta a pregunta en el tablero con la participación de los todos los grupos. Esta socialización la coordina el docente, apoyado en las herramientas que le ofrece la metodología correspondiente, con la intención de afinar conceptos. El proceso se repite tema tras tema, en los casos en que fue necesario se extendió uno o más minutos la proyección con el fin de garantizar la claridad de conceptos en el grupo.

Resultados

Los resultados de la investigación se mostrarán en función de las pruebas aplicadas en la investigación, iniciando con los resultados del pretest y luego del postest.

De la prueba pretest se desprenden dos tipos de información. En primer lugar, las características sociodemográficas de los grupos: en todos los grupos el porcentaje de mujeres no supera el 10%, se graduaron en el 2014 de colegios públicos con énfasis académico o técnico, sus edades oscilan entre 16 y 19 años, solteros residentes en Cúcuta y su área metropolitana, pertenecientes a los estratos socio-económicos 2 y 3.

Tabla 1. Descripción de las características de cada metodología distribuidas por programa.

Tratamientos	Características	Ingeniería
Metodología A	Incorpora en el proceso de enseñanza el favorecimiento del registro algebraico como método de enseñanza para la orientación del tema.	Sistemas
Metodología B	Incorpora en el proceso de enseñanza el favorecimiento del registro gráfico como método de enseñanza para la orientación del tema.	Electromecánica
Metodología C	Incorpora en el proceso de enseñanza la implementación de las distintas representaciones semióticas y sus articulaciones como método de enseñanza para la orientación del tema.	Electrónica

Fuente: elaboración propia de los autores.

Para la evaluación de las representaciones semióticas en esta fase se analizaron los ítems que hacen referencia específica a la articulación algebraico y gráfico y su conjunción alrededor de la representación semiótica del concepto de función. Los resultados se muestran en las figuras 1A y 1B para el pretest. Los análisis graficados en la figura 1A muestran los estudiantes a quienes se les proporcionó una función constante definida en forma algebraica utilizando lenguaje formal matemático y a quienes se hicieron cuestionamientos relacionados con elementos que integran el dominio, el rango y puntos sobre la trayectoria de la gráfica.

En esta imagen se evidencia en todos los grupos un alto porcentaje de desaciertos en las respuestas (entre 30 y 40%), siendo más altos en el grupo C, así como cierta similitud en los porcentajes de acierto (alrededor de 55%). Estos resultados se complementan con los altos porcentajes de estudiantes que no respondieron a las preguntas planteadas (20% en el grupo A), lo cual podría deberse a la rigurosidad del lenguaje matemático en que se realizó el ejercicio, pese a que se trataba de una función sencilla como lo es la función constante.

La figura 1B refleja los resultados del ejercicio en el que se le proporcionó al estudiante una función definida por tramos en el registro gráfico. A partir de ella debía identificar parejas ordenadas que pertenecían a la función. Se puede observar que en los grupos donde se aplicaron las metodologías B y C aproximadamente el 35% de los estudiantes escribieron correctamente las ecuaciones que representan cada segmento de la función, tomando como punto de partida la representación gráfica de la misma. Cabe resaltar que en la metodología B los estudiantes que están en la categoría de incorrecto (menos del 40%) escribieron bien las ecuaciones de los primeros dos segmentos de la función y que en el grupo de la metodología tradicional (grupo C) fue donde se presentó el porcentaje más alto de "no responde", alcanzando aproximadamente el 20%. Es importante señalar que el nivel de rendimiento de los estudiantes del grupo de la metodología B se debió a que el ejercicio se planteó a partir de la representación gráfica.

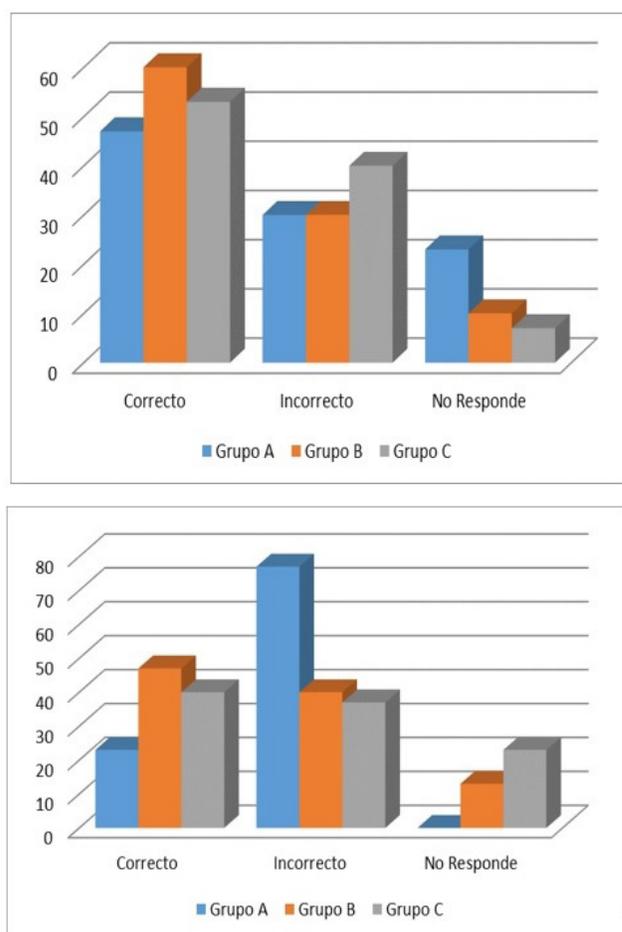


Figura 1. A) Función definida en forma algebraica, B) Función definida en forma gráfica.

Fuente: elaboración propia de los autores.

En resumen, en la fase del pretest se observó en todos los grupos dificultad para identificar las características que poseen los diversos conjuntos numéricos, escaso dominio de las operaciones básicas entre ellos, dificultades para diferenciar y resolver ecuaciones e inecuaciones, y un escaso dominio sobre temas de álgebra tales como productos notables y casos de factorización. Por otra parte, se encontró que los estudiantes no entienden el concepto de *par ordenado*, lo que dificulta su respectiva ubicación en el plano y, en consecuencia, todos los temas que se derivan de su aplicación. En toda la prueba se evidencia un índice de no respuesta que alcanza en promedio el 50%, aspecto que evidencia las posibles dificultades que pueden tener los estudiantes

al inicio de este curso, ya que se supone que los conceptos evaluados son los que deberían dominar en el momento de recibir el título de bachiller, según los estándares curriculares establecidos por el Ministerio de Educación Nacional.

Las respuestas a los ítems que hacen referencia específica a la articulación algebraico y gráfico y su conjunción alrededor de la representación semiótica del concepto de función en la fase de postest se muestran en las tablas 2 y 3. La tabla 2 muestra un resumen de las respuestas de los estudiantes ante una función constante definida en forma algebraica utilizando lenguaje formal matemático. Posteriormente, se les cuestionó respecto a elementos que integran el dominio, el rango y puntos sobre la trayectoria de la gráfica.

En la tabla 3 se ilustra el resumen de las respuestas de los estudiantes ante una función definida por tramos en el registro gráfico. A partir de ella, debían identificar parejas ordenadas que pertenecían a la función.

En general, en la evaluación a través de la prueba del postest, se evidencian mejoras en todos los grupos, se destaca que en el momento de definir función los estudiantes utilizan elementos de lenguaje formal de las matemáticas para proporcionar conceptos más técnicos. También muestran un mayor uso de

los diversos registros de representación, aunque es el pasaje del registro gráfico al algebraico el que sigue ofreciendo mayores dificultades con los estudiantes de metodologías tradicionales. Los estudiantes de los grupos B y C mostraron una mejor apropiación de los conceptos trabajados, en consecuencia, hubo una disminución del índice de no respuesta en toda la prueba (menos del 10% de la totalidad de ítems del cuestionario) y, así mismo, se observó en los grupos una mejor actitud al momento de resolver problemas y ejercicios. Por último, se observó un mayor compromiso por parte de los estudiantes en plasmar en la prueba lo que sabían, lo que entendían o recordaban, esto se evidenció en el uso de un mayor número de herramientas de apoyo en el momento de analizar las situaciones propuestas.

La tabla 4 resume la relación de porcentajes de respuestas correctas por metodología y tipo de registro, una simple inspección, basada en la distribución de las proporciones en cada celda, permite notar diferencias significativas entre las metodologías y los tipos de registro en los distintos momentos de la evaluación, dejando claro, de este modo, la influencia de las metodologías y tipos de registro en la comprensión del concepto por parte de los estudiantes.

Tabla 2. Relación de respuestas ante una función definida en forma algebraica.

Grupo A	Grupo B	Grupo C
<ul style="list-style-type: none"> • El 20% del grupo identifica correctamente las características del dominio, el rango y la función. • El 27% del grupo identifican correctamente los elementos del dominio y la función, pero $\frac{12}{3} = 4$ presentan dificultad para entender que $\frac{12}{3}$ define el rango. • El 17% del grupo determina solo el dominio de la función y agrega que es una línea recta de función constante. • El 13% del grupo argumenta que el dominio y el rango de la función son los números reales, debido al enunciado inicial, desconociendo la expresión que define la misma. • El 23% no proponen actividad alguna. 	<ul style="list-style-type: none"> • El 40% del grupo identifica correctamente las características del dominio, el rango y la función. • El 20% del grupo identifican correctamente los elementos del dominio y la función, pero presentan dificultad para entender que $\frac{12}{3} = 4$, define el rango. • El 30% del grupo argumentan que el dominio y el rango son todos los números reales desconociendo las características de la función. • El 10% restante no responde. 	<ul style="list-style-type: none"> • El 40% del grupo identifica correctamente las características del dominio, el rango y la función. • El 13% del grupo identifica correctamente los elementos del dominio y la función, pero presenta dificultad para entender que $\frac{12}{3} = 4$, define el rango. • El 40% del grupo presenta dificultad para identificar conjuntos numéricos, por ejemplo, un número racional o irracional no es real. • El 7% no proponen actividad alguna.

Fuente: elaboración propia de los autores.

Tabla 3. Relación de respuestas ante una función definida en el registro gráfico.

Grupo A	Grupo B	Grupo C
<ul style="list-style-type: none"> • El 67% del grupo completa correctamente la tabla de valores a partir del registro gráfico, identificando las variables dependiente e independiente y asociándolas con su equivalente en el plano cartesiano. • El 20% del grupo cometió equivocaciones al buscar la imagen del 0 y del 3, evidenciando desconocimiento del lenguaje gráfico. • El 13% no completa la tabla. 	<ul style="list-style-type: none"> • El 73% del grupo completa correctamente la tabla de valores a partir del registro gráfico, identificando las variables dependiente e independiente y asociándolas con su equivalente en el plano cartesiano. • El 10% del grupo cometió equivocaciones al buscar la imagen del 0 y del 3, evidenciando desconocimiento del lenguaje gráfico. • El 7% identifican correctamente las variables dependiente e independiente con sus equivalentes en el plano, pero no interpretan correctamente la gráfica. • El 10% no responde. 	<ul style="list-style-type: none"> • El 83% del grupo completa correctamente la tabla de valores a partir del registro gráfico, identificando las variables dependiente e independiente y asociándolas con su equivalente en el plano cartesiano. • En 17% restante cometió equivocaciones al buscar la imagen del 0 y del 3, evidenciando el desconocimiento del lenguaje gráfico.

Fuente: elaboración propia de los autores.

Tabla 4. Relación de porcentajes respuestas correctas por metodología y tipo de registro

Metodología	Algebraico		Gráfico	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	47	73	7	67
B	60	80	10	73
C	53	60	36	83

Fuente: elaboración propia de los autores.

Discusión

Los resultados obtenidos permiten evidenciar, en primer lugar, cuál es la preferencia en el momento de articular diferentes registros de representación semiótica en el proceso de aprendizaje del tema de funciones por parte de los estudiantes. Sobre este punto es necesario considerar tres aspectos fundamentales:

A nivel de comprensión conceptual: se comprobó que en el momento de definir funciones y diferenciarlas de las relaciones los estudiantes utilizan términos o elementos del lenguaje matemático tales como relación uno a uno, relación de correspondencia, única imagen, conjuntos de partida y de llegada, y que, de ellos, derivan el dominio y el rango. En el momento de proponer ejemplos de cada una de ellas existe cierta clasificación, es decir, para las

relaciones utilizan diagramas de Venn o gráficas en el plano cartesiano y para las funciones utilizan gráficas en el plano cartesiano o expresiones algebraicas; en las gráficas en el plano cartesiano se observa la masiva utilización del criterio de la recta vertical paralela al eje de las ordenadas, pero mediante una apreciación de los puntos de corte como la cantidad de valores de Y que están asociados a un valor de X. Al proporcionarles funciones en diversos registros de representación, se observa buenos resultados para identificar sus características (dominio, rango, intervalos de crecimiento, asíntotas, entre otros), ofreciendo mejores resultados a partir del registro gráfico. Se observó, también, una disminución de los errores cometidos en el primer cuestionario y que se supone fueron aclarados y reforzados en la realización de los talleres alrededor de los conceptos de precálculo (temas de aritmética y algebra).

A nivel de habilidades: se evidenció en los tratamientos B y C que los estudiantes, a través de las diferentes actividades propuestas, incorporaron en el esquema de búsqueda de soluciones la articulación de los diversos registros de representación. Partiendo de la expresión algebraica proponen una tabla de valores y luego los representan en el plano cartesiano. En este punto del proceso, las dificultades se centraron en la manipulación incorrecta de los conjuntos numéricos, así como en la utilización incorrecta de la calculadora. Partiendo del registro gráfico, los estudiantes identifican parejas ordenadas de la misma, así como su dominio y rango. Cabe destacar que clasifican funciones a partir del registro gráfico, pero presentan dificultades en representaciones gráficas de funciones cuyo dominio son los números naturales o en funciones definidas a tramos o por partes, aumentando la dificultad al intentar hallar las expresiones algebraicas asociadas a ellas, tal como lo afirman en su investigación GARCÍA, VÁSQUEZ e HINOJOSA (2004), quienes encontraron que las mayores dificultades de aprendizaje yacen en las tareas de pasaje entre registros semióticos del concepto de función, particularmente en el pasaje del registro gráfico al algebraico.

A nivel de actitudes: a través de los talleres, el post-test y la entrevista, los estudiantes de los diversos grupos se sintieron más motivados en el desarrollo del tema. Argumentan que usualmente las clases de matemáticas son muy rutinarias y que siempre el docente habla o explica el tema y ellos copian e intentan seguirle el ritmo al profesor. En cambio, a través de la investigación, ellos tenían de cierta forma el control sobre su proceso de aprendizaje, ya que tenían el espacio para socializar sus concepciones en pequeños grupos y ya con ellas afinadas expresarse con mayor seguridad en la socialización a nivel grupal. Otro aspecto a destacar es que en la prueba diagnóstica el índice de no respuesta fue alto, pero en la prueba final dicho porcentaje disminuyó sustancialmente, aspecto que muestra en el estudiante mayor compromiso académico y mejores herramientas a la hora de buscar soluciones.

Al comparar los resultados de las dos pruebas aplicadas en esta investigación (pretest y postest), se observó mejoramiento en todos los grupos como posible efecto de las diversas metodologías, resultados avalados por la presencia de diferencias significativas en la distribución de las proporciones de respuestas correctas entre los grupos analizados. A nivel general, los grupos que ofrecieron mejores resultados fueron aquellos que estuvieron sujetos a metodologías diferentes de la tradicional, es decir, que la articulación de los diversos tipos de representación semiótica surge como una alternativa para el mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes.

Por otra parte, a pesar de que existieron mejoras académicas a nivel de los ejercicios, siguen presentándose errores en la búsqueda de las soluciones. Brousseau afirma, sobre la causa de los errores en los estudiantes, que un estudiante no falla por falta de conocimiento, sino al contrario: que los errores se deben a un conocimiento anterior (citado en BORBÓN, 2003). Aspecto que sugiere entrar a revisar las prácticas pedagógicas que utilizan los docentes en la educación básica y media en nuestro sistema educativo, ya que los estudiantes están ingresando al sistema de educación superior con una larga lista de concepciones imprecisas alrededor de los diferentes temas matemáticos.

En lo relativo a la solución de problemas, se evidenció en los estudiantes del grupo C (tratamiento que articulaba los diversos registros de representación) un nivel de desempeño destacado, seguido del rendimiento de los estudiantes del grupo B (favorecimiento del registro gráfico). En ellos se observó una actitud positiva ante situaciones no rutinarias, ya que dentro de las actividades que desarrollaron exhibieron un mejor dominio de conceptos matemáticos, así como una actitud más comprometida en la búsqueda de soluciones, lo que derivó en que los índices de no respuesta fueran bajos y en que los estudiantes proporcionaran justificaciones para cada acción adelantada durante las actividades.

Los resultados obtenidos están en línea con los postulados teóricos de esta investigación, de acuerdo

con los cuales la enseñanza de los conceptos matemáticos, a diferencia de los conceptos inherentes de muchas disciplinas, no se pueden abordar directamente, por lo que se requieren formas que los representen. Como indican FONT, GODINO y DE AMORE: "El problema surge cuando nos interesamos por los tipos de objetos que se relacionan, los criterios de correspondencia y la finalidad con la que se establecen las relaciones" (2007 p. 3). En este sentido, DUVAL (1998) afirma que los objetos matemáticos no son directamente accesibles a la percepción humana o a la experiencia intuitiva inmediata. Sosteniendo, por un lado, que la aprehensión de los objetos matemáticos no puede ser otra cosa que aprehensión conceptual y, por otro, que solamente por medio de las representaciones semióticas es posible una actividad sobre los objetos matemáticos. Además, afirma que un concepto se va construyendo mediante tareas que impliquen el uso de diferentes sistemas de representación y promuevan la articulación coherente entre representaciones. HITT (2000) afirma que el conocimiento de un individuo sobre un concepto es estable si es capaz, sin contradicciones, de articular diferentes representaciones de este.

Con base en lo anteriormente expuesto, y apoyado en los resultados obtenidos en la investigación, se puede confrontar la validez de lo afirmado por HITT (2000) y DUVAL (1998) respecto a los beneficios que trae al estudiante en la apropiación de conceptos matemáticos el uso y articulación de las diversas representaciones semióticas.

En referencia a la forma como los estudiantes utilizan las distintas representaciones semióticas, se evidenció, en los tres grupos y tras la aplicación del pretest, que los estudiantes usaban con mayor intensidad el registro de representación algebraico, existiendo cierto abandono o escasa utilización del registro gráfico. Este hallazgo es importante si lo consideramos como una luz en el complejo mundo de la representación de conceptos, tal y como lo advierte RICO (2009). Si se les proporcionaban expresiones algebraicas de funciones, los estudiantes hacían una tabla de valores utilizando siempre valores enteros,

posteriormente los ubicaban en el plano cartesiano, luego unían los puntos (proceso mecánico) para, a partir de la gráfica, aplicar diversos procesos de comprobación de las características de la misma, tales como el dominio y el rango, que ya habían determinado de forma algebraica. Adicionalmente, en aquellos ejercicios donde se proporcionó una representación gráfica, se observó que los estudiantes dieron respuestas incorrectas, incoherencias y, en el peor de los casos, no realizaron proceso alguno. Lo anterior pone de manifiesto, por un lado, el poco uso del registro gráfico en la enseñanza y, por otro, la poca legitimidad institucional que se da al trabajo con dicho registro durante la enseñanza (GONZÁLEZ-MARTÍN y CAMACHO, 2004)

En el postest se encontró mayor dominio en la articulación de los diversos registros de representación. Aspecto que se manifestó en los resultados de los ítems del 4 al 8 en la prueba (véase anexo A), ya que en ellos se proporcionaron planteamientos en lenguaje formal matemático, registro algebraico, registro gráfico y forma tabular, y los estudiantes debían buscar las respectivas soluciones a las actividades propuestas.

En el numeral 9 del postest (véase anexo B) se evidenció mejoría en el nivel académico de los estudiantes de los grupos B y C, ya que inicialmente debían interpretar una situación en contexto para proponer una representación gráfica que se ajustara a dicho comportamiento con su respectivo argumento. En esta parte de la prueba los estudiantes hicieron razonamientos, argumentaron sus decisiones y propusieron una gráfica que, en la mayoría de los casos, fue correcta (73% de los estudiantes del grupo B y el 83% de los del C resolvieron acertadamente el problema). Al observar las gráficas incorrectas, se evidencia, igualmente, la articulación de los diversos esquemas de representación, ya que los estudiantes identificaron las magnitudes, determinaron su relación y propusieron una gráfica, argumentando que era una función creciente como efecto del vínculo de proporcionalidad directa entre las variables, e incluso algunos llegaron a afirmar que era una función lineal con pendiente positiva.

Conclusiones

Los estudiantes que ingresan a primer semestre de universidad llegan con un cúmulo de conceptos matemáticos que, en la mayoría de los casos, son imprecisos y les acarrearán dificultades conceptuales en su aprendizaje. Esto puede deberse, en muchas circunstancias, a la aplicación en el aula de una metodología tradicional que privilegia el uso excesivo del registro de representación algebraico, y, en consecuencia, se encamina a utilizar el registro gráfico mediante la representación en el plano cartesiano, pasando por la representación tabular de valores, pero desfavorece el traspaso de entre los diferentes registros de representación semiótica, lo que dificulta la comprensión del concepto.

Los docentes de matemáticas debemos propender en el aula no solo por la utilización de diversos registros de representación, sino también por la articulación coherente entre ellos. De esta forma, el estudiante podrá llegar a una mejor construcción y comprensión de los conceptos matemáticos.

En lo que respecta a la articulación de registros, se evidencian dificultades con mayor frecuencia cuando el estudiante realiza un traspaso del registro gráfico al algebraico, mostrando desconocimiento de algunos principios que son de utilidad para este fin como, por ejemplo: los principios de desplazamiento horizontal, desplazamiento vertical y principios de reflexión y simetría.

A nivel general, se evidencia en el grupo de estudiantes que formaron parte de la investigación que sus respuestas suelen estar dadas en el registro en que ha sido propuesto el ejercicio, o se recurre comúnmente al registro algebraico para justificarla, posiblemente debido a que es el registro que más han utilizado en su proceso de formación académica durante su educación básica y media.

Referencias

- ARTIGUE, M. La enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. In: ARTIGUE, M.; DOUADY, R.; MORENO, L. y GÓMEZ, P. (eds.), **Ingeniería didáctica en educación matemática**. Grupo Editorial Iberoamericano. Ciudad de México: México, 1995. pp. 97-140.
- JAIMES, L. A.; CHAVES, R. F.; HERNÁNDEZ, C. A. Planteamiento de una ecuación diferencial lineal de primer orden que modela un problema de mezclas: Una dificultad en la movilización entre registros de representación, lengua natural y algebraico. **Elementos**, 5(5), 23-31. 2015.
- BORBÓN, A. **Concepciones de profesores sobre varios conceptos del cálculo diferencial**. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Ciudad de México: México, 2003.
- GONZÁLEZ-MARTÍN, A. y CAMACHO, M. Legitimization of the Graphic Register in University Teaching. The Case of the Improper Integral. In: HOINES M. J. y FUGLESTAD A. B. (eds.) **Proceedings of the 28th International Conference for the Psychology of Mathematics Education**, 2 ed., Bergen: Noruega, 2004. pp. 479-486.
- D'AMORE, B. Objetos, significados, representaciones semióticas y sentido. **Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa (RELIME)**, 9(1), 177-196. 2006.
- DUVAL, R. Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. **Annales de Didactique et de Sciences Cognitives**, 5, 37-65. 1993.
- DUVAL, R. Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. In: HITT, F. (ed.), **Investigaciones en Matemática Educativa II**. Grupo Editorial Iberoamericano. Ciudad de México: México, 1998. pp. 173-201.
- FONT, V.; GODINO, J.; D'AMORE, B. Enfoque onto-semiótico de las representaciones en educación matemática. **For the Learning of Mathematics**, 27(2), 3-9. 2007.
- GARCÍA, L.; VÁSQUEZ, R.; HINOJOSA, M. Dificultades en el concepto de función en estudiantes de ingeniería. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa**, 7(24), 27-34. 2004.

- GUTIÉRREZ, S. I. **Caracterización de tratamientos y conversiones: el caso de la función afín en el marco de las aplicaciones.** Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá D.C: Colombia, 2007.
- GUZMÁN, I. Registros en juego en el concepto de función, comportamiento de una muestra de estudiantes chilenos. **XVII Semana de la Matemática de la Universidad Católica de Valparaíso.** Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso. 1990.
- GUZMAN, I. Registros de representación, el aprendizaje de nociones relativas a funciones: voces de estudiantes. **Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa (RELIME)**, 1(1), 5-21. 1998.
- HITT, F. **Funciones en contexto. Proyecto sobre visualización matemática.** Departamento de Matemática Educativa Cinvestav. Ciudad de México: México, 2000.
- IBARRA, S.; BRAVO, J.; GRIJALVA, A. El papel de los registros de representación semiótica en la enseñanza del cálculo diferencial. **XII Semana de Investigación y Docencia en Matemáticas** (pp. 107-114). Departamento de Matemáticas. Universidad de Sonora. Hermosillo, México. Recuperado de: <http://semana.mat.uson.mx/MemoriasXVII/XII/IbarraOlmos.pdf>. 2002.
- NÁPOLES, J.; GONZÁLEZ, T.; GENES, F.; BASA-BILBASO, F.; BRUNDO, J. El enfoque histórico problémico en la enseñanza de la matemática para ciencias técnicas: el caso de las ecuaciones diferenciales ordinarias. **Acta Scientiae**, 6, 41-59. 2004.
- PLANCHART, O. **La visualización y la modelación en la adquisición del concepto de función.** Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, México. Recuperado de: <http://ponce.inter.edu/cai/tesis/oplanchart/inicio>. Pdf. 2002.
- RICO, L. Sobre las nociones de representación y comprensión en la investigación en educación matemática. **PNA**, 4(1), 1-14. 2009.
- VÁSQUEZ, S. El concepto de función a través de la historia. **Revista Iberoamericana de Educación (Unión)**, 1(16), 141-155. 2008.



Anexo A. Prueba pretest

Instructivo: esta actividad tiene como fin identificar el nivel de dominio que poseen los estudiantes que inician el curso de Cálculo Diferencial acerca de conceptos básicos y necesarios para el desarrollo del curso. Por tal razón, se recomienda diligenciarlo con la mayor sinceridad posible.

INFORMACIÓN GENERAL

Edad (años cumplidos): ____ Género: Femenino Masculino
 Año en que se graduó como bachiller: _____
 El colegio del cual egresó es: Público Privado Estado Civil: _____
 Estrato socio-económico: ____

Municipio donde estudió su bachillerato: _____

1. Marcar con una X al conjunto numérico al que pertenece cada número proporcionado en la siguiente tabla.

Conjunto	Naturales	Enteros	Racionales	Irracionales	Reales	Complejos
Número						
-23						
$-\frac{2}{5}$						
3.1415967...						
$\sqrt{-64}$						
$\frac{100}{5}$						
$\sqrt{2}$						
6						
$\sqrt[3]{-8}$						

Si ubicas los siguientes pares coordenados en el plano cartesiano, ¿en qué cuadrante se encuentran?

Coordenadas	Cuadrante
(-4, 5)	
(0, -10)	
(1, -7)	
(3, 0)	

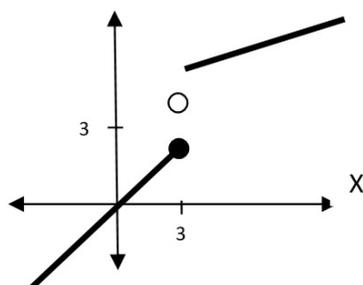
Coordenadas	Cuadrante
(-4, -9)	
(6, 12)	
(-1, 0)	
(0, 7)	

2. En matemáticas comúnmente se utilizan los términos **ecuación** e **inecuación**. Da un ejemplo de cada una de ellas y establecer sus diferencias.
3. Una función f de un conjunto X a un conjunto Y es una regla que asocia a cada elemento x de X un único elemento y de Y . El elemento y se llama la **imagen** de x bajo f y se denota por $f(x)$. El conjunto X se llama **dominio** de la función. El **rango** de la función consta de todas las imágenes de los elementos de X .

La anterior definición es: Verdadera Falsa

Justificación

4. En la siguiente gráfica identifique el dominio y el rango de la función. ¿El #3 pertenece Y al rango?

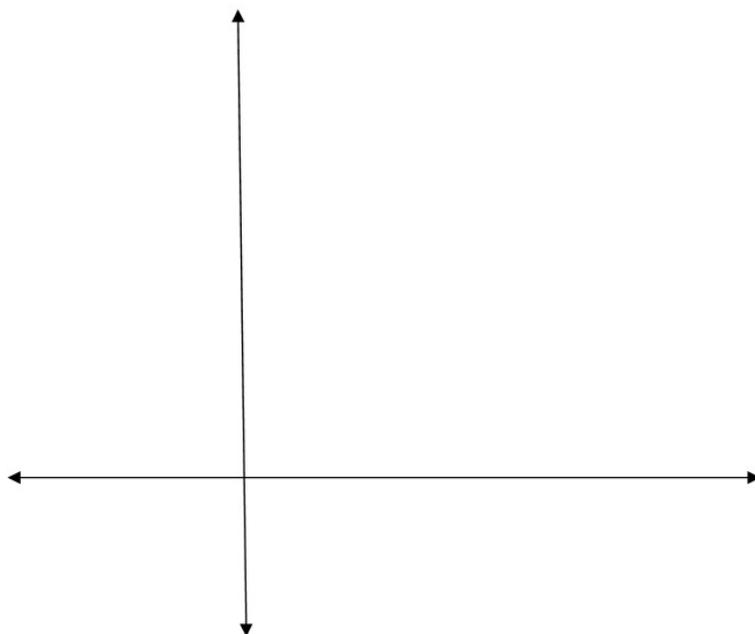


¿Existe una función en la que le corresponda 1 a cada número positivo; -1 a cada número negativo y 0 al 0?

Explique:

5. Evalúe la función $f(x) = ax$, cuando $a = 2$ y $-1 \leq x \leq 4$.

6. Dibuje la gráfica de la siguiente función $f(x) = \frac{1}{x-4}$. ¿Qué sucede en $x = 4$?



Anexo B. Prueba postest

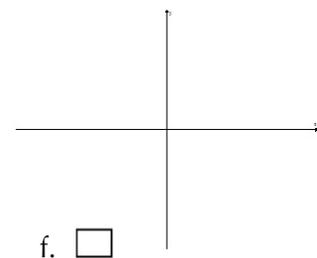
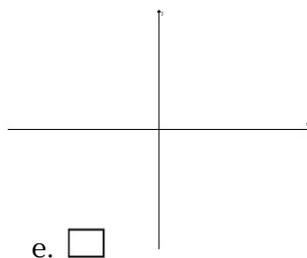
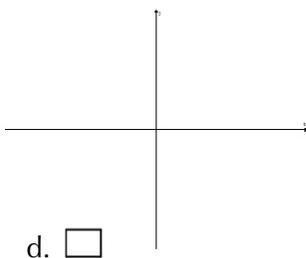
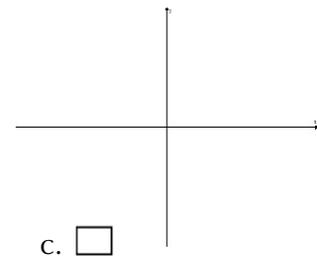
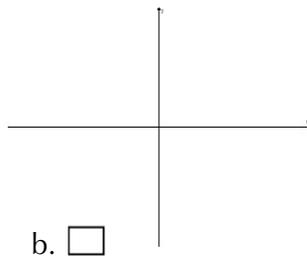
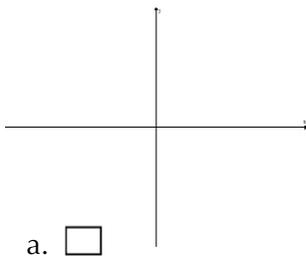
1. ¿Cuál es la definición de función?

2. ¿Qué diferencia hay entre una relación y una función? Dé dos ejemplos de cada una.

Ejemplos:

3. ¿Existe una función en la que le corresponda a cada número diferente de 0 su cuadrado y al 0 el -1? Explica tu respuesta.

4. Indicar la gráfica que representa una función cuyo dominio es $\{x \mid 2 \leq x \leq 6\}$ y cuyo rango es $\{y \mid -1 \leq y \leq 4\}$



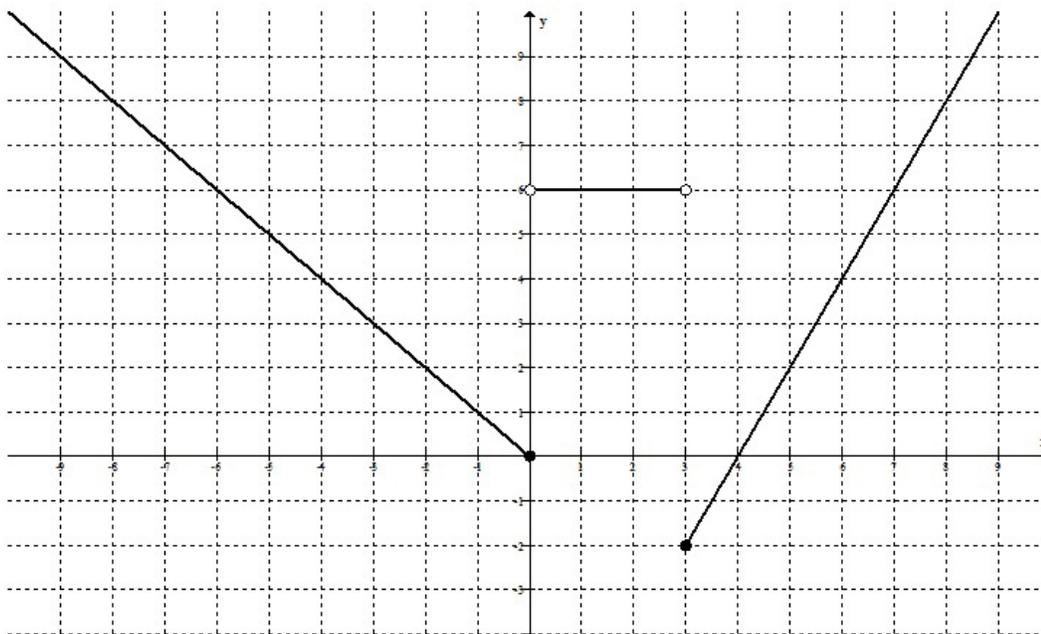
5. Dada la función f , definida $f: \{\text{números reales}\} \rightarrow \{\text{números reales}\}$, donde $f(x)=4$.

a. ¿Cuáles de los números $-2, \frac{7}{3}, 0, -9450, \sqrt{2}$ pertenecen al dominio de $f(x)$?

b. Explica. ¿Cuáles de los números $-\frac{1}{2}, \sqrt[3]{-8}, \frac{12}{3}, 0, -5324, 743$ pertenecen al conjunto imagen de $f(x)$?
Explica.

c. ¿Cuáles de los siguientes pares ordenados $(\frac{1}{3}, 4), (0, 0), (-27, 3), (4, 8), (2\sqrt{3}, 4), (4, 0)$ son elementos de la gráfica de $f(x)$?

6. Sea la gráfica de la función:



a. Construya una tabla de valores con algunos puntos que pertenezcan a la gráfica de la función dada:

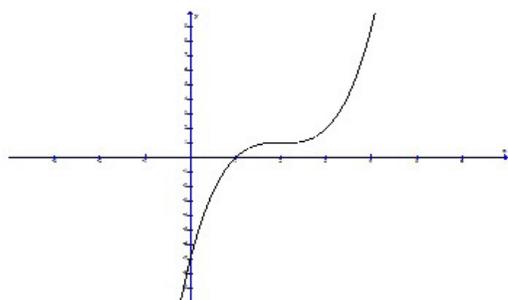
Variable independiente ()	-6							3	
Variable dependiente ()			2						

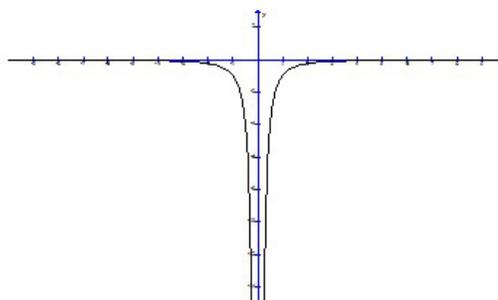
b. Escriba la expresión algebraica que define la función asociada a la gráfica.

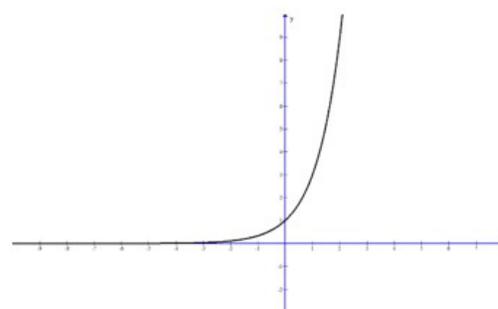
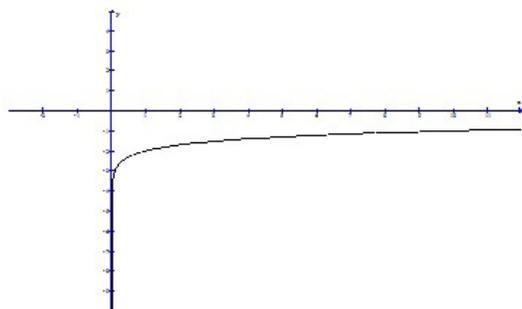
7. Para cada una de las siguientes expresiones completa la información solicitada:

Expresión algebraica	Dominio	Rango	Otras características
$h(x) = -\sqrt{x+3}$			
$f(t) = \frac{4}{2-t}$			
$f(x) = x+1 - 2$			
$f(x) = -x^2 - 2$			

8. Clasifica las siguientes funciones según las características de su gráfica en: racional, exponencial, logarítmica o polinómica. Justifica tu respuesta

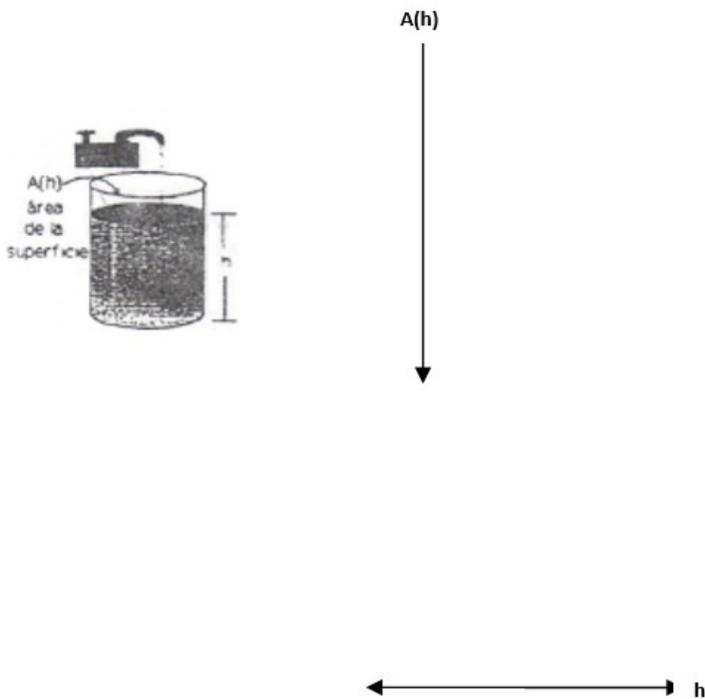






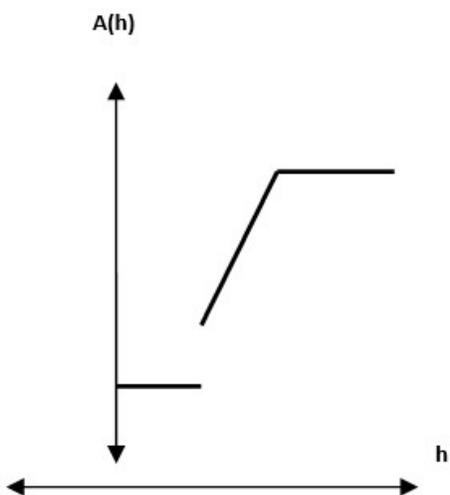
9. En las situaciones que se muestran a continuación, $A(h)$ representa el área de la superficie de un líquido en un recipiente en función de su altura h .

Situación A: bosqueje la gráfica de la función $A(h)$ que se genera a partir de las características del recipiente.



Justificación:

Situación B: bosquejar la forma del recipiente asociado a la gráfica dada.



Justificación:





APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA OFICINA DIDÁTICA EM PREPARAÇÃO PARA A OBA

Learning astronomy concepts in elementary school: a didactic workshop as preparation to Brazilian Astronomy Olympiad

Suelen Aparecida Felicetti¹
Isabel Cristina Miorando Luft²
Marcos Leandro Ohse³

Cómo citar este artículo: Felicetti, S. A., Miorando, I. C., Ohse, M. L. (2017). Aprendizagem de conceitos de astronomia no ensino fundamental: uma oficina didática em preparação para a oba. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 32-49. doi: 10.14483/23464712.10035.

Recibido: 1 de febrero 2016 / Aceptado: 9 de diciembre de 2016

Resumo

O objetivo principal deste trabalho foi mediar, para um grupo de alunos de 8o e 9o ano de uma escola pública da cidade de Realeza/PR, uma oficina didática na área de Astronomia em preparação para a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA). Procurou-se por meio dessa mediação, trabalhar em conjunto com os alunos os conceitos de lixo espacial, telescópios, foguetes, fases da Lua, rotação, translação, revolução, satélites. Para isso, foram utilizadas atividades experimentais, vídeos, imagens e discussões como recursos metodológicos facilitadores do processo de aprendizagem. Também, foram aplicados um pré e um pós-teste com perguntas descritivas sobre os conceitos. As discussões e considerações foram embasadas nas percepções das autoras durante a oficina e nas respostas dos testes aplicados. Observou-se que o processo de aprendizagem foi facilitado porque os alunos relacionaram novas informações com conceitos já assimilados antes, atribuindo e/ou modificando significados, conhecimentos estes que podem servir como precursores de outros trabalhos na área. Justifica-se assim, a importância da utilização de oficinas didáticas no ensino de Astronomia para promover a assimilação conceitual nos alunos dos anos finais do ensino fundamental.

Palavras chaves: atividades experimentais, conceitos, ensino de astronomia, ensino fundamental.

1. Graduada em Ciências Naturais pela Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS; mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, *campus* Guarapuava/PR. Correio eletrônico: suelen_jv80@hotmail.com
2. Acadêmica do curso de Ciências Biológicas na UFFS, *campus* Realeza/PR. Correio eletrônico: bel_luft@hotmail.com
3. Professor mestre da área de matemática na UFFS, *campus* Realeza/PR. Correio eletrônico: marcosohse@hotmail.com

Abstract

The main objective of this work was to mediate, to 8th and 9th grade of public school from Realeza /PR, didactic workshops in the Astronomy area, as a preparation for the Brazilian Astronomy Olympiad (BAO). It was tried, by this mediation, to work with the students, concepts of space debris, telescopes, rockets, moon phases, rotation, translation, revolution and satellites. For this, were used experimental activities, videos, images and discussions as facilitators to methodological resources of the learning process. Also, it was applied a test before and after the work, with descriptive questions about the concepts. Discussions and considerations were based on the authors' perceptions during the workshop, and on responses of applied tests. It was observed that learning process was facilitated, because students could relate new information with concepts already assimilated before, assigning and/or modifying meanings, which will serve as precursors to other work in the area. So, this justified the importance of using didactic workshops on astronomy education to promote conceptual assimilation on students at the final grades of elementary school.

Keywords: experimental activities, concepts, astronomy education, elementary school.

Introdução

No ensino fundamental o conhecimento científico na área da Astronomia é mediado durante as aulas de Ciências Naturais. De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais a Astronomia é uma das áreas de referência da ciência para entender: a dinamicidade envolvida com os corpos celestes, os modelos e conceitos explicativos sobre o universo, a inserção dos indivíduos no contexto de universo. Conceitos que devem ser abordados nesta área se referem ao: universo, sistema Solar, astros, movimentos celestes e terrestres, origem e evolução do universo, gravitação universal (BRASIL, 2013). É interessante que esta abordagem aconteça por meio de metodologias diversificadas.

Buscando abordar alguns desses conceitos, desenvolveu-se, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), uma oficina didática sobre alguns conceitos da Astronomia, em preparação para a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA). A oficina foi desenvolvida com um grupo de alunos de 8º e 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública do município de Realeza/PR. Foram utilizados recursos didáticos facilitadores do processo de ensino e de aprendizagem, como atividades experimentais⁴, vídeos e jogos, para possibilitar que os alunos se tornassem mais críticos, questionassem a si mesmos, aos colegas e as professoras⁵, refletissem, observassem e relacionassem os fenômenos com conhecimentos prévios e concepções alternativas que possuíam, assimilando assim, novos conceitos.

4. Entende-se como atividades experimentais aquelas atividades que possibilitam que o aluno manipule, investigue, experimente para construir conceitos e aprender significativamente.

5. Ao referirmos às professoras, fazemos menção as duas autoras deste trabalho

Para atingir esse objetivo, inicialmente, os alunos responderam um pré-teste com questões descritivas sobre o tema. Após este momento, foi organizado um circuito de atividades experimentais sobre as fases da Lua, composição do sistema Solar, movimentos da Terra e da Lua. Depois de concluído o circuito, realizou-se a exploração conceitual pertinente às atividades. Posteriormente, foram mediadas de maneira expositiva, discussões sobre telescópios e lixo espacial e, por fim, atividades de lançamento de foguetes e observação de maquete demonstrativa do eclipse solar, no pátio da escola. Ao término das atividades programadas, os alunos responderam um pós-teste, com as mesmas questões do pré-teste.

Com o desenvolvimento metodológico e análise dos resultados foi evidenciada a importância: de explorar os conteúdos da área de Astronomia de forma coerente no ensino de Ciências Naturais; das atividades experimentais como facilitadoras do processo de ensino e de aprendizagem e como estímulo para tornar os alunos sujeitos ativos na assimilação de seus conhecimentos; e das oficinas didáticas como possibilidades metodológicas. Verificou-se também, no pós-teste, a evolução conceitual dos alunos, em relação ao que foi percebido no pré-teste, dando indícios de uma possível aprendizagem significativa⁶ embora se tenha a consciência de que são necessários outros momentos para comprovar isso.

A fim de fundamentar as discussões acerca dos resultados, e possibilitar a percepção de que existe preocupação na literatura em mediar, no Ensino Fundamental, conceitos referentes à Astronomia, o texto transitará pelas ideias de autores que entendem a área como sendo importante no ensino de Ciências Naturais. Assim, reconhecendo a influência da mesma, dentro e fora da sala de aula, se sugere a articulação de abordagens coerentes dos conceitos utilizando recursos diferenciados que possibilitem assimilação conceitual dos alunos. Por isso, espera-se que esta pesquisa represente um caminho, exemplificando possíveis metodologias alternativas para

que isso aconteça; também que forneça subsídios que permitam a realização de outros trabalhos com esses alunos, a fim de, por meio de atividades não pontuais, reforçar as aprendizagens dos conceitos verificadas nessa etapa.

Aporte teórico para a Astronomia no ensino de Ciências Naturais

Os anos do ensino fundamental são uma etapa crucial para o início da aprendizagem dos conceitos científicos, dentro dos quais podem ser incluídos aqueles referentes a astronomia. As crianças são naturalmente curiosas sobre essa ciência e possuem muitas concepções alternativas sobre os fenômenos astronômicos (MACEDO, RODRIGUES, 2015). Portanto, faz-se necessário um ensino de Astronomia fundamentado em conceitos coerentes no ensino de Ciências Naturais nas séries finais do Ensino Fundamental, para que os indivíduos possam compreender conceitos referentes ao universo, ao sistema solar, aos movimentos celestes e terrestres, aos astros, a origem e evolução do universo e a gravitação, se reconhecendo como partes deste universo e como responsáveis pelo que acontece no planeta. As práticas pedagógicas para mediar esses conceitos devem superar a utilização de um único método, demonstrando que a Astronomia não é uma área da ciência que existe de forma isolada (BRASIL, 2013).

A fim de superar a utilização de um único método, podem ser utilizados nas práticas pedagógicas recursos facilitadores do processo de ensino e de aprendizagem. MACEDO E RODRIGUES (2015 p. 27) afirmam que “no desenvolvimento desses estudos, é fundamental privilegiar atividades de observação e possibilitar aos alunos elaborarem suas próprias explicações”, observações estas que podem ser tanto de fenômenos celestes quanto de outras formas de experiências didáticas, como atividades experimentais; são exemplos deste tipo de

6. Refere-se à Aprendizagem Significativa, cuja teoria foi proposta por David Ausubel e colaboradores, embora não tenha sido o objetivo deste trabalho discutir sobre ela.

metodologia: atividades experimentais, vídeos e jogos. Estas metodologias possibilitam dinamizar o processo de ensino e de aprendizagem, estimulando o raciocínio, a participação do aluno, os questionamentos, a observação, ao mesmo tempo em que tornam o processo menos cansativo, mais dinâmico e divertido (FELICETTI, BARBOSA, SANTOS, 2012).

Os recursos facilitadores do processo de ensino e de aprendizagem podem ser inseridos de diferentes maneiras nas aulas de ciências, de acordo com a abordagem dos conteúdos, sendo uma das maneiras, o desenvolvimento de oficinas didáticas. As oficinas didáticas podem representar oportunidade de: construir conhecimento a partir da ação e da reflexão, vivenciar situações concretas e significativas, articular conceitos com ações concretas, construir coletivamente o saber, distanciar-se de uma abordagem cujo foco principal seja o professor, flexibilizar situações problemas e ajustar conforme as necessidades, trocar experiências (VALE, ARRIADA, 2012).

As oficinas didáticas, de acordo com VIEIRA (2002), devem ser planejadas através de um processo que envolva o estabelecimento de pautas de curto e longo prazo e de diálogo com os participantes. Deverá se considerar nesse planejamento as possíveis capacidades dos sujeitos e o estímulo à resolução de algum problema. Sistemáticamente, as oficinas podem ser planejadas em três etapas: 1) contextualização - escolha do tema e discussões iniciais com o grupo sobre o assunto, levando em consideração aquilo que é sabido e aquilo que se precisa pesquisar; 2) planificação-planejamento das ações, construção de recursos e registro de soluções; 3) reflexão-sistematização dos conhecimentos produzidos, auto avaliação do professor e avaliação da oficina como um todo; aqui também podem ser pensados novos projetos e acontece a relação entre teoria e prática.

Fica sob a responsabilidade dos professores, estabelecer objetivos e metodologias que possibilitem que os alunos entendam os conteúdos de Ciências Naturais-Astronomia, seja pela utilização de oficinas didáticas ou qualquer outro recurso de aprendizagem. Questiona-se a coerência destes objetivos e metodologias, sabendo que, como afirma LANGHI E NARDI

(2007), muitos professores possuem em suas estruturas cognitivas ideias errôneas e incompletas sobre Astronomia para discuti-las com os alunos, sendo que quando discutem, causam a geração de inúmeras concepções alternativas e dificuldades de mudanças conceituais. Essas ideias, segundo FONTANELLA E MEGLHIORATTI (2016) são resultado da falta de formação dos professores para trabalhar os conceitos da área; a maioria dos professores nunca teve contato com o tema durante a formação inicial. LANGHI E NARDI (2007) também afirmam existir carência na formação dos professores nessa área, fazendo com que o ensino aconteça sobre um suporte instável, baseado em diferentes fontes como mídias sensacionalistas e livros didáticos possuidores de incoerências.

Diante disso, indaga-se que tipo de formação inicial e continuada está sendo oferecida para os professores de Ciências Naturais, quais os conteúdos de Astronomia abordados nesses processos formativos e de que forma isso acontece. Nesse sentido MACEDO E RODRIGUES (2015 p. 60) afirmam que “é importante que os professores possam ser melhor capacitados, dando-lhes condições para compreenderem mais este assunto de forma a levá-los a ensinar os conteúdos de Astronomia com segurança e criatividade”; eles constaram também grande dificuldade dos professores sobre os assuntos pertinentes a área, o que demonstra a necessidade de trabalhos para melhorar isso.

Sendo assim, a implementação de cursos de formação inicial e continuada nos quais os professores possam compreender de forma coerente conceitos de Astronomia e metodologias para subsidiar suas práticas, são importantes. Eles proporcionam momentos de reflexão e reconstruções conceituais que preenchem as lacunas deixadas pelos cursos de formação inicial (FONTANELLA, MEGLHIORATTI, 2016).

O desenvolvimento de parcerias entre as escolas e universidades por meio de projetos como o PIBID, possibilitam o desenvolvimento de atividades (como as oficinas didáticas) de Ciências Naturais-Astronomia com os alunos da educação básica, para suprir a carência derivadas das deficiências de

formação dos professores. Segundo SCHEID, SOARES E FLORES (2009) a parceria entre universidade e escola é boa principalmente porque promove a inserção dos graduandos na escola de educação básica, dinamizando a formação profissional inicial e construindo uma postura docente crítica em constante transformação; também, porque oportuniza a formação continuada dos professores em exercício que, ao interagir novamente com o mundo acadêmico, aperfeiçoam sua atuação no ensino; e porque representa para a escola e para a sociedade uma alternativa de melhoria da educação, que poderá garantir a formação de cidadãos com uma educação científica adequada aos desafios atuais. Mais do que isso, projetos como este possibilitam trabalhar também com professores, colaborando com a formação desses profissionais.

Desta forma, poder-se-á inserir os alunos desde cedo na astronomia básica, possibilitando que eles acessem conhecimentos coerentes.

Uma metodologia para o desenvolvimento da pesquisa

A oficina didática foi aplicada em uma escola pública estadual do município de Realeza/PR durante duas manhãs e duas tardes consecutivas (16 horas). Foram recebidos 10 alunos de 8º e 9º ano nos períodos matutinos e 18 alunos de 8º e 9º ano nos períodos vespertinos, totalizando 28 alunos. A oficina aconteceu em uma das salas de aula da escola, sendo utilizadas as mesmas atividades para trabalhar com os alunos dos dois anos. Tal experiência foi desenvolvida por intermédio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), subprojeto Interdisciplinar em Ciências da Natureza, pelas autoras deste trabalho, participantes do mesmo.

O objetivo principal foi mediar uma oficina em preparação para a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) que possibilitasse a aprendizagem

de conceitos relacionados aos temas: lixo espacial, telescópios, foguetes, fases da Lua, rotação, translação, revolução, satélites. Embora os conceitos não se relacionem de forma direta, eles atendem ao que propõem as Diretrizes Curriculares Estaduais para ser trabalhado em astronomia na disciplina de Ciências Naturais (PARANÁ, 2008). Especificamente buscou-se: utilizar atividades experimentais, discussões de imagens, vídeos, como recursos didáticos facilitadores da aprendizagem significativa de alguns conceitos de Astronomia; possibilitar que os alunos desenvolvessem o senso crítico através de questionamentos; estimular a capacidade de observação de fenômenos e de relação destes com os conhecimentos teóricos; estimular a curiosidade científica.

Os conteúdos abordados na oficina foram: as fases da Lua, as características gerais do sistema solar, os movimentos da Terra e suas consequências, as características do telescópio, o lixo espacial-origens e consequências, satélites naturais e artificiais, e algumas curiosidades da Astronomia. As abordagens desses conteúdos foram divididas em seis momentos:

- Aplicação de pré-teste

Os alunos responderam individualmente um pré-teste com as seguintes perguntas: 1) Quais são e quantas são as fases da Lua? 2) O que é um telescópio? 3) O que é rotação, translação e revolução? 4) O que são satélites e para que servem? Os alunos utilizaram seus conhecimentos prévios e concepções alternativas para responder, não utilizaram qualquer fonte de consulta e não puderam questionar as professoras e/ou os colegas.

- Circuito de atividades experimentais

Foram confeccionadas, com materiais alternativos e de baixo custo⁷ um modelo de sistema solar denominado “sistema solar com bolas de isopor”, que era demonstrativo e servia para os alunos

7. Materiais alternativos são materiais que costumeiramente são descartados, como garrafa PET; materiais de baixo custo são materiais cujo preço é acessível por ser baixo.

perceberem a ordem dos planetas no sistema solar a partir do sol, para que eles conhecessem quais os nomes desses planetas e para que tivessem a noção de que cada um está a uma distância do Sol; foram construídas também dois atividades experimentais denominadas “fases da Lua na caixa de papelão” e “os movimentos da Terra e da Lua no planetário”, as quais exigiam manipulação dos alunos e, respectivamente, serviam para visualizar as fases da lua e para os movimentos de rotação e translação e os eclipses solares e lunares. Especificou-se, que tais experimentos eram limitantes no que se refere a não proporcionalidade das distâncias entre os astros, e referiu-se de forma expositiva a distância real entre os astros assim como o tamanho dos mesmos.



Figura 1. Atividades desenvolvidas durante a oficina de Astronomia.

Fonte: autores do trabalho, 2015.

Essas atividades foram dispostas separadamente dentro da sala de aula, e os alunos, divididos em três grupos, desenvolveram cada uma delas conforme procedimentos de utilização citados pelas professoras; eles iam até as atividades experimentais e as manuseavam procurando perceber de que forma aconteciam as fases da lua e os movimentos de rotação e translação; também, observavam a o modelo de sistema solar, analisando o nome dos planetas e suas ordens de translação. Enquanto eles manuseavam as atividades, eram questionados pelas professoras sobre os conceitos que podiam ser explorados e as relações que podiam ser estabelecidas com os fenômenos do dia a dia.

Depois de todos os grupos discutirem todos os experimentos, as professoras fizeram a exploração conceitual de maneira expositiva das atividades, bem como discussões pertinentes aos temas. Foram discutidos como acontecem os movimentos de rotação e translação, o fenômeno das fases da Lua e os eclipses solares. Nesse momento os alunos também puderam esclarecer dúvidas e questionar/discutir alguma curiosidade sobre o assunto.

- Bingo da Astronomia

Os alunos jogaram o jogo Bingo da Astronomia, que foi confeccionado pelas professoras (figura 2). As cartelas do bingo, ao invés de números, possuíam afirmações sobre o conteúdo abordado durante a oficina, bem como afirmações sobre conhecimentos gerais da área. Cada vez que uma informação era sorteada os alunos marcavam em suas cartelas caso às possuíssem, e tinham alguns minutos para esclarecer eventuais dúvidas ou fazer algum tipo de colocação sobre a curiosidade sorteada.

- Discussão sobre telescópios e lixo espacial

Utilizando uma apresentação de *slides*, na qual haviam imagens sobre lixo espacial e sobre as partes do telescópio, foi discutido, sobre o lixo espacial, qual a sua definição e origem, quanto é produzido por ano, como ele é colocado no espaço, quem o

coloca, e, sobre os telescópios, qual sua funcionalidade, quais as partes que o compõem, para que eles servem e o que define a qualidade de um telescópio. Um vídeo sobre o assunto também foi utilizado como apoio. Nesse momento, utilizou-se preferencialmente a abordagem expositiva, mas os alunos puderam compartilhar seus saberes e esclarecer dúvidas por meio do diálogo.



Figura 2. Jogo Bingo da Astronomia.

Fonte: autores do trabalho, 2015.

- Realização de atividades ao ar livre

Os alunos e as professoras foram até a quadra de esportes da escola, onde fizeram duas atividades experimentais: 1) lançamento de foguete movido a água e 2) demonstração de eclipse solar com o auxílio de maquete. Ambas as atividades foram confeccionadas previamente com materiais alternativos e de baixo custo. Depois do desenvolvimento, foram discutidas as partes do foguete, o combustível utilizado e qual a utilidade deles (foguetes tripulados, foguetes transportadores de satélites artificiais) e, novamente, se discutiu como os eclipses acontecem.

- Aplicação de pós-teste

No final da oficina os alunos responderam um questionário com as mesmas questões do teste inicial realizado. As respostas foram atribuídas individualmente de acordo com os conceitos assimilados durante a oficina.

Depois da mediação da oficina didática, realizou-se a análise do processo e foram atribuídas algumas considerações qualitativas sobre os resultados. De acordo com MUTTI E CAREGNATO (2006), quando a abordagem qualitativa é utilizada, deve-se considerar a presença ou ausência de uma dada característica ou de um conjunto de características no conteúdo, não sendo, portanto, dados quantificáveis. Assim, foram analisadas as percepções das professoras referentes ao segundo, terceiro, quarto e quinto momento no que se refere a adequação das atividades propostas na oficina didática para promover a aprendizagem dos conceitos, bem como a eficácia da oficina didática como um todo; também, a receptividade dos alunos com a proposta e ao comportamento e colaboração deles. Tais considerações foram expressas na forma de um texto discursivo e argumentativo, sendo os pontos de vista das professoras relacionados com a literatura da área.

Nas discussões referentes ao primeiro e ao sexto momento (pré-teste e pós-teste), foi realizada a análise textual discursiva de conteúdo, conforme proposição MORAES (2003). Esse tipo de análise é qualitativa e leva em consideração a presença ou ausência de determinadas características em determinado fragmento de mensagem, tentando encontrar várias significações e indicações de ligação entre essas significações. Para que este tipo de análise seja feita de forma coerente é necessário: 1) desmontar o texto, ou seja, examinar os detalhes do material, fragmentando-o para encontrar unidades de sentido referentes ao conteúdo; 2) estabelecer relações criando categorias, ou seja, reunir elementos unitários em informações mais complexas conjuntas; 3) fazer com que uma nova compreensão do todo se sobressaia, comunicando essa nova compreensão; 4) mesmo que a compreensão comunicada

anteriormente seja composta de elementos racionalizados e planejados, a última etapa desta análise deve tratar de um processo do qual emergem novas compreensões relacionando estas com elementos (geralmente da literatura) que as fortifiquem.

Assim, depois de efetuar tais procedimentos, foram estabelecidas para o pré e o pós-teste as categorias “Lua cheia, quarto crescente, quarto minguante e nova” e “a Lua possui aproximadamente 29 fases mais perceptíveis”, para a pergunta 1 – quantas e quais são as fases da lua?; “telescópio ou microscópio?”, “aumento de tamanho dos astros” e “observação dos astros” para a pergunta 2 – o que é um telescópio?; “não diferenciação entre os conceitos”, “incoerência do conceito de rotação”, “incoerência do conceito de translação”, “incoerência do conceito de revolução” e “coerência no entendimento dos três conceitos” para a pergunta 3 – o que é rotação, translação e revolução?; “observação da Terra”, “transmissão de sinal” e “satélites naturais e artificiais” para a pergunta 4 – o que são satélites e para que servem? Essas categorias foram discutidas e relacionadas com a literatura da área.

Recursos didáticos facilitadores do processo de ensino e de aprendizagem: atividades experimentais, vídeos e jogos

As atividades experimentais são recursos metodológicos que facilitam a mediação do processo de ensino e de aprendizagem. Segundo BARATIERI (2008) com esses recursos é possível estabelecer relações entre os conceitos estudados teoricamente e os fenômenos observados na interação com o experimento, se questionem e questionem os professores sobre o que observam, levantem hipóteses e estabeleçam teorias, se tornem sujeitos mais ativos no processo de ensino e de aprendizagem.

Durante o circuito de atividades experimentais e o jogo Bingo da Astronomia (segundo e terceiro momento) percebeu-se a coerência de tal afirmação. A princípio os alunos se mostraram apreensivos e tímidos com relação a manipulação dos experimentos. Quando instigados a tentar elaborar alguma

explicação, se limitavam a dizer que não sabiam ou a ficar em silêncio. Como a ideia do momento inicial era possibilitar que os alunos levantassem hipóteses, as professoras não mediarão explicações sobre qualquer conceito, o que fez com que alguns alunos se mostrassem impacientes e/ou “desistissem” das atividades.

Aos poucos a maioria dos alunos entenderam o sentido da atividade, e se tornaram participativos e questionadores junto às professoras, mesmo não obtendo respostas. Isso contribuiu para os alunos desenvolverem o senso crítico e a capacidade de observação diante dos fenômenos, e para melhorar a relação professor/aluno, sendo que, como afirma SILVA E NAVARRO (2012 p. 96), “a relação professor-aluno é uma condição indispensável para a mudança do processo de aprendizagem, pois essa relação dinamiza e dá sentido ao processo educativo”.

Entretanto, percebeu-se que mesmo tendo participação ativa, os alunos ainda apresentavam dificuldades na proposição de teorias e no levantamento de hipóteses sobre os experimentos. Isso pode se justificar, segundo SCARINCINI E PACCA (2006), no fato dos alunos terem ideias conflitantes sobre os conceitos de Astronomia e por isso, elaborarem concepções intuitivas e com poucos elementos científicos, sendo que muitas vezes não conseguem convencer a si próprios com a fundamentação que utilizam.

Talvez tenha sido a dificuldade demonstrada pelos alunos de entender os conceitos aliada a curiosidade que tenha feito com que, na hora da exploração conceitual os alunos demonstrassem certo “espanto”, ao descobrir que se tratavam muitas vezes de explicações óbvias. Eles próprios afirmaram, depois da exploração conceitual, que se tratavam de conceitos de fácil entendimento e que não acreditavam que não tinham sabido responder.

Além disso, acredita-se que a dificuldade de se olhar criticamente para uma atividade de ciências, seja uma atividade experimental, um vídeo, imagens ou modelos, e perceber os conceitos que podem ser discutidos a partir dela, reflita a posição que os alunos ocupam costumeiramente dentro de

sala de aula: a de meros expectadores, de sujeitos passivos frente as exposições dos professores sobre o conteúdo. Tendo em vista que a relação professor/aluno fundamenta o processo pedagógico, que não é uma mera transmissão de conhecimento, que não se configura apenas no fato de ter um professor que ensina e um aluno que aprende, isso se torna preocupante. O aluno é um ser capaz de pensar, refletir, discutir, ter opiniões, participar, decidir o que quer e o que não quer, e deve ser estimulado no desenvolvimento dessas potencialidades (SILVA, NAVARRO, 2012), o que não acontece se forem tratados como expectadores.

Percebeu-se no quarto momento, que os alunos realmente estão acostumados a se atentar para as aulas expositivas do professor sem questionar, participar ou esclarecer suas dúvidas. Isso porque durante a explicação sobre as partes do telescópio e sobre o lixo espacial poucas foram as vezes que algum aluno se manifestou e, quando isso aconteceu, foi devido a insistência das professoras em chamar a atenção para o assunto. Isso demonstrou a importância da mediação do professor enquanto problematizador, para estimular o conflito cognitivo para que os alunos possam resolverem problemas. Assim, questiona-se se existe incentivo dos professores à participação dos alunos durante as aulas.

No quinto momento, evidenciou-se ainda mais a importância da mediação de atividades experimentais e o papel do professor como transformador do processo de ensino e de aprendizagem tradicional em um processo mais dinâmico, no qual o aluno seja um sujeito ativo. Além das vantagens já relacionadas à utilização de atividades experimentais (destacadas no início desta discussão), outro fator motivador para os alunos se interessarem pela atividade de lançamento do foguete e de atividade experimental do eclipse solar utilizando atividades experimentais, foi a possibilidade de sair do espaço da sala de aula. Essa metodologia vai ao encontro

das atividades de campo, que podem ser entendidas segundo VIVEIRO E DINIZ (2009), como aquelas que permitem, quando bem planejadas, explorar uma grande quantidade de conteúdo, motivando os estudantes e possibilitando que eles tenham contato com outros ambientes além da sala de aula.

Por fim, afirma-se que, depois de desenvolver as atividades pertinentes aos momentos descritos anteriormente, os alunos puderam perceber que a Astronomia estuda fenômenos e objetos que não estão fora da realidade deles, que se tratam de fenômenos perceptíveis, para os quais eles precisam se atentar. Perceberam também, que devem demonstrar interesse em aprender sobre os conceitos, pois se não demonstrarem, metodologia nenhuma dará conta de fazer com que aprendam.

Evolução conceitual analisada sob enfoque do pré-teste e do pós-teste

Para a primeira pergunta “Quais são e quantas são as fases da Lua?” Foram propostas duas categorias

- I) Lua cheia, quarto crescente, quarto minguante e nova

Tabela 1. Respostas do pré e do pós-teste.

Pré-teste	27 alunos (96,4%) responderam que existem 4 fases	1 alunos (3,6%) não respondeu a questão
Pós-teste⁸	14 alunos (50%) responderam que existem 4 fases	

Fonte: elaborada pelos autores, 2015.

Esperava-se ter percebido nos questionários que os alunos entendem a Lua como um corpo que não possui luz própria e que reflete a luz do Sol, e que por causa dessa reflexão, juntamente com a translação⁹ da Lua, são percebidas suas fases. Até a

8. Sempre que as tabelas especificarem apenas um dos testes (pre ou pós-teste) significa que não houve respostas inclusas nessa categoria oriundas do teste que não é citado.

9. Entende-se translação como o fenômeno no qual um corpo orbita outro corpo (HEWITT, 2009).

10. Revolução é entendida como a composição sobreposta dos movimentos de translação e da rotação (HEWITT, 2009).

revolução¹⁰ da lua, que demora aproximadamente 29,5 dias, pode-se afirmar que existe um fenômeno contínuo de mudança de fases, que faz com que qualquer fragmentação desse período contínuo seja meramente um interesse do observador e não um dado pré-estabelecido (SARAIVA *et al.*, 2007); as fases mais perceptíveis referenciadas pelos alunos foram estabelecidas por conveniência em um dados período de tempo, mas poderia ser dito também que a lua tem 29 fases se fosse considerado que em todo dia do mês ela está em uma fase, e assim por diante.

Entretanto, percebeu-se que as respostas se basearam em concepções alternativas e no senso comum, sendo que respostas deste tipo, conforme afirma IACHEL, LANGHI E SCALVI (2008), são fundamentados em um caráter impregnado de incoerências. Por isso, os alunos não percebem que as quatro fases descritas por eles são as fases usadas como referência, não as únicas. Sabendo que os alunos que responderam o questionário já estudaram o fenômeno das fases da Lua em algum momento da sua trajetória escolar e no cotidiano, questiona-se se puderam aprender de forma coerente e se tem o costume de observar a Lua.

No pós-teste, mesmo depois de toda a exploração conceitual feita a respeito das fases da Lua, metade do grupo de alunos continuou com a ideia de que existem apenas as quatro fases. Nesses casos, é possível que a exploração conceitual não tenha sido suficiente para que eles questionassem e repensassem suas concepções alternativas e conhecimentos prévios. El-Hani E BIZZO (2000 p.5) afirmam que algumas vezes “os aprendizes não abandonam suas concepções alternativas mediante a simples exposição das concepções científicas com as quais elas se encontram em conflito”. Também, esses alunos podem ter entendido de forma equivocada, que mesmo que existam mais fases, devem ser citadas apenas as mais perceptíveis.

- l) A Lua possui aproximadamente 29 fases mais perceptíveis

Tabela 2. Respostas do pós-teste.

Pós-teste	13 pessoas (46,4%) entendem em existem, por conta da translação da Lua, aproximadamente 29 fases mais visíveis, mas que trata-se de um fenômeno contínuo.	Uns alunos (3,6%) não respondeu a questão.
------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

Fonte: elaborada pelos autores, 2015.

Percebe-se que 13 alunos se apropriaram dos conceitos explorados durante as discussões e modificaram as suas concepções, porque mencionaram a existência de um movimento contínuo de mudança de fases, embora existam 29 delas que são mais visíveis, por conta da translação da Lua. Isso demonstrou, conforme SCARINCI E PACCA (2006), a relevância de um ensino de Astronomia mediado com seriedade suficiente para possibilitar o entendimento de fenômenos e teorias que os sustentam.

Para a segunda pergunta “O que é um telescópio?” estabeleceram-se três categorias.

- l) Telescópio ou microscópio?

Tabela 3. Respostas do pré-teste.

PRÉ-TESTE	Cinco alunos (17,8%) confundiram os objetos
------------------	---------------------------------------------

Fonte: elaborada pelos autores, 2015.

Dos cinco alunos que confundiram os objetos ao responder o pré-teste, dois alunos afirmaram que o telescópio serve para aumentar o tamanho das bactérias e outras “coisas” invisíveis a olho nu. Outros dois afirmaram que tal instrumento serve para auxiliar no estudo de coisas muito pequenas e mais um aluno afirmou ser um objeto para estudar

10. Revolução é entendida como a composição sobreposta dos movimentos de translação e da rotação (HEWITT, 2009).

as células. Uma possibilidade (e de fato alguns desses alunos afirmaram) é a de não conhecimento do telescópio e sua funcionalidade, por nunca terem visto e/ou manuseado este objeto.

II) Aumento de tamanho dos astros

Tabela 4. Respostas do pré-teste.

Pré-teste	11 alunos (39,2%) responderam que serve para aumentar o tamanho daquilo que é observado.
------------------	------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: elaborada pelos autores, 2015.

As respostas mostraram que o telescópio é entendido pelos alunos como um objeto com o qual é possível aumentar o tamanho das coisas muito pequenas para, assim, poder vê-las melhor - “serve para aumentar o tamanho de coisas muito pequenas, como estrelas, auxiliando nos estudos das mesmas!”. Parece que os alunos confundiram o conceito de telescópio com o de microscópio; eles não levaram em consideração que o tamanho real dos astros é muito maior, sendo que eles são vistos tão pequenos por estarem a uma distância muito grande da Terra, ou seja, não foi percebida relação do telescópio com a visualização da imagem dos astros. Nesse sentido, segundo LEITE E HOSOUIME (2009), realmente existem dificuldades envolvidas no processo de compreensão das formas, dos tamanhos e das distâncias de objetos astronômicos e a superação dessas dificuldades é complexa.

Ressalta-se que um desses 11 alunos complementou que tal instrumento, que serve para “aumentar” a imagem, é utilizado pelos astrólogos. Essa afirmação denota confusão entre Astronomia e Astrologia, áreas que, conforme afirma SIMÕES E FERNANDES (2000), embora hoje não tenham qualquer relação, foram confundidas e relacionadas por muito tempo no decorrer da história.

Um aluno comentou no pré-teste que o telescópio “é um aparelho para ver estrelas, luas, planetas; serve para vê-las mais de perto”. Novamente, percebe-se, na última parte da afirmação, dificuldades de localização espacial dos astros, talvez um resultado de os seres humanos poderem perceber os objetos apenas bidimensionalmente (LEITE, HOSOUIME, 2009). Mas os outros 9 alunos mostraram já no pré-teste que reconhecem a utilidade do aparelho no que se refere ao estudo dos astros mais conhecidos por eles – estrelas, planetas e satélites, embora não tenham noção do alcance que o aparelho permite. Possivelmente, a infinidade do universo seja de difícil compreensão para esses alunos fazendo com que não compreendam os limites de observação extraterrestre.

Percebeu-se no pós-teste que a maioria dos alunos reconheceu que os telescópios possibilitam a exploração de um universo visível, para o qual não podem ser delimitadas fronteiras. Parece que compreenderam que nunca será possível observar o universo como um todo e que o telescópio tem suas limitações. Isso acontece, de acordo com LEITE E HOSOUIME (2009), pois, em grandes ou pequenas escalas é necessário aprender a ver, sendo que esse

III) Observação dos astros

Tabela 5. Respostas do pré e do pós-teste.

Pré-teste	10 alunos (35,7%) responderam que o telescópio é um instrumento para auxiliar na observação dos planetas, estrelas, satélites.	Dois alunos (7,1%) não responderam o pré-teste.
Pós-teste	19 alunos (67,8%) responderam que é um aparelho para observar os astros, sem citar especificamente algum astro.	Dois alunos (7,1%) não responderam o pós-teste.
	Seis alunos (21,4%) responderam que serve para observar galáxias, alguns planetas, estrelas, Luas.	
	Um aluno (3,6%) afirmou que serve para observar o universo como um todo.	

Fonte: elaborada pelos autores, 2015.

ver, não é um ver intuitivo e nem natural, mas, pelo contrário, complexo e exigente de cuidado e atenção.

Para a pergunta “O que é rotação¹¹, translação e revolução?” estabeleceu-se cinco categorias.

I) Não diferenciação entre os conceitos

Tabela 6. Respostas do pré e do pós-teste.

Pré-teste	Cinco alunos (17,9%) responderam que rotação, revolução e translação são apenas movimentos da Terra.
	Dois alunos (7,14%) responderam que são os movimentos que a Terra faz em torno do Sol.
Pós-teste	Um aluno (3,57%) afirmou que são movimentos da Terra com a Lua, do Sol e a Terra e da Terra em torno de si mesma.

Fonte: elaborada pelos autores, 2015.

Percebeu-se que os alunos não souberam diferenciar os conceitos solicitados descrevendo-os apenas como movimentos da Terra, Sol e Lua. Quanto a essa não diferenciação, FERREIRA E MEGLHIORATTI (s.d.) afirmam que realmente, os alunos elaboram concepções intuitivas e incompletas e têm dificuldades em entender e diferenciar conceitos, entre os quais, o movimento dos astros.

No pós-teste apenas um aluno não conseguiu diferenciar, embora tenha demonstrado entender que se tratavam de movimentos que envolviam (diretamente) dois astros. Pode-se considerar que este aluno se sentiu inseguro quanto ao nome dado a cada fenômeno e, por isso, optou por apenas defini-los.

II) Incoerência do conceito de rotação

Tabela 7. Respostas do pré e do pós-teste.

Pré-teste	Um aluno (3,57%) respondeu que rotação é o movimento que o Sol faz em torno da Terra (que dá em torno de 24 h).
	Três alunos (10,71%) responderam que é o movimento que a Terra faz em torno do Sol.
Pós-teste	Quatro alunos (14,28%) responderam que rotação é o movimento da Terra em torno do Sol.

Fonte: elaborada pelos autores, 2015.

Um aluno ter descrito o movimento de rotação como aquele que o Sol faz em torno da Terra evidencia uma visão geocêntrica de universo, que, segundo LANGHI E NARDI (2007), é bastante comum em estudantes para os quais os conceitos de Astronomia foram apresentados fortemente fundamentados em concepções alternativas, possuidoras de erros conceituais. Para superar essa visão, que é a visão de um observador terrestre e, portanto, mais comum, é necessário relacionar a observação geocêntrica à explicação heliocêntrica, tentando visualizar os movimentos de fora da Terra (LEITE, HOSOUME, 2009).

As respostas do pré-teste dos outros três alunos evidenciam dificuldades conceituais relacionadas a definição dos movimentos dos astros, dificuldades que acredita-se que puderam ser superadas depois da exploração dos conceitos na oficina. Entretanto, pelas respostas ainda incoerentes dos quatro alunos depois da exploração conceitual (percebidas no pós-teste), percebe-se que eles não elaboraram em suas estruturas cognitivas um modelo de funcionamento dos astros, o que, segundo PACCA E SCARINCI (2006), é muito importante. Se eles tivessem elaborado, teriam se referido ao movimento de rotação como aquele em que a Terra (ou outro astro) gira em torno do seu próprio eixo, cuja ocorrência causa os dias e as noites (HEWITT, 2009).

III) Incoerência do conceito de translação

Tabela 8. Respostas do pré e do pós-teste.

Pré-teste	Três alunos (10,71%) responderam que translação é o movimento que a Terra faz ao redor do seu próprio eixo.
	Um aluno (3,57%) respondeu que este é o movimento que o Sol faz no sistema Solar.
Pós-teste	Três alunos (10,71%) responderam que é um movimento que a Terra faz em torno de si mesma.

Fonte: elaborada pelos autores, 2015.

Percebeu-se no pré-teste que alguns alunos confundem translação e rotação. Eles mostraram não compreender que o conceito de translação se refere a um astro orbitar o outro e que, portanto, a

Terra translada o Sol, assim como a Lua translada a Terra (HEWITT, 2009). Também acredita-se que, o fato do aluno ter respondido que era o Sol que se movimentava no sistema Solar envolva novamente uma concepção geocêntrica, que segundo LANGHI (2011), ainda é predominante quando se fala de concepções do universo.

No pós-teste, percebeu-se que para 3 alunos, a confusão entre translação e rotação continuou. Possivelmente estes alunos não conseguiram relacionar, analisar e comparar os novos conceitos com aqueles que eles já possuíam, para então formularem explicações mais coerentes e fundamentadas em conceitos científicos.

Percebeu-se que no pós-teste, ou seja, depois da exploração conceitual da oficina, seis alunos não souberam se posicionar de forma coerente quanto ao movimento de revolução dos astros. Uma possibilidade é que os alunos não tenham ouvido falar antes da oficina sobre este movimento e, por isso, não tivessem em suas estruturas cognitivas, conceitos assimilados com os quais pudessem relacionar as novas informações, para então aprender de forma

mais significativa. De fato, conforme afirmam SCARINCI E PACCA (2006), muitas vezes o movimento de revolução da Lua, por exemplo, nem mesmo é conhecido e, quando é, geralmente utilizam-se concepções errôneas nas quais se evidencia a revolução diária da Lua ao redor da Terra ou um movimento planetário (SCARINCI, PACCA, 2006).

IV) Incoerência do conceito de revolução

Tabela 9. Respostas do pós-teste.

Pós-teste	Um aluno (3,57%) afirmou que se trata de um movimento que a Terra faz em torno do Sol.
	Dois alunos (7,14%) afirmaram que é o movimento dos astros ao redor do Sol.
	Dois alunos (7,14%) afirmaram que é o mesmo que translação.
	Um aluno (3,57%) afirmou que é o movimento da Lua na órbita do Sol.

Fonte: elaborada pelos autores, 2015.

Comentou-se com os alunos durante a exploração conceitual que os movimentos de rotação,

V) Coerência no entendimento dos três conceitos

Tabela 10. Respostas do pré e do pós-teste.

Pré-teste	10 alunos (35,7%) responderam que rotação é o movimento que a Terra faz em torno do seu eixo.	Sete alunos (25%) não responderam a pergunta.
	10 alunos (35,7%) responderam que translação é o movimento que a Terra faz em torno do Sol.	Dos alunos que responderam, Sete (25%) deixaram de conceituar a revolução da Lua.
	Sete alunos (25%) responderam que revolução é o término do movimento que a lua faz em torno da Terra ou de si mesma.	
Pós-teste	18 alunos (64,2%) responderam que revolução é o término do movimento que a Lua faz em torno da Terra ou de si mesma.	Três alunos (10,7%) não responderam o que era rotação.
	21 alunos (75%) responderam que translação é o movimento que a Terra faz em volta do Sol e que a Lua faz ao redor da Terra (cinco desses alunos citaram as estações e da duração do ano como consequência da translação da Terra em volta do Sol).	Um aluno (3,57%) deixou de responder o que era a translação.
	16 alunos (57,1%) responderam que rotação é o movimento que a Terra faz em torno do seu próprio eixo, e que a Lua faz em torno da Terra.	
	Quatro alunos (14,2%) não conceituaram rotação, dois alunos (7,14%) não conceituaram translação, três (10,7%) não conceituaram revolução. Os três fenômenos foram relacionados como responsáveis, respectivamente, pelos dias e noites, estações do ano, movimento dos satélites ao redor dos planetas, ou seja, os alunos não souberam diferenciar um movimento do outro.	

Fonte: elaborada pelos autores, 2015.

translação e revolução eram os movimentos mais conhecidos no sistema Sol-Terra-Lua e que, por isso, seriam ressaltados, mas que existe uma série de outros movimentos não tão enfatizados, como o movimento das marés, a variação da excentricidade da órbita terrestre, o deslocamento do centro de gravidade Terra/Lua (LANGHI, NARDI, 2007).

Os alunos afirmaram não conhecer a maioria destes movimentos e ter dificuldades em entender mesmo os principais – rotação, translação e revolução. Mesmo com essas dificuldades, percebeu-se que um número considerável de alunos conseguiu diferenciar e explicar de maneira simplificada os conceitos solicitados ainda no pré-teste. Quanto às respostas do pós-teste, pode-se afirmar que foram mais completas e coerentes, mostrando que eles fizeram algumas modificações nos conceitos assimilados em suas estruturas cognitivas sobre os movimentos Sol-Terra-Lua, agregando novas características para esses conceitos, no caso daqueles alunos que já tinham sido coerentes no pré-teste, e formando novos conceitos, para o caso dos alunos que não tinham sido coerentes no teste inicial.

Destaca-se que a falta de conceituação no pré-teste para a revolução dos astros mostra que, como afirma LANGHI (2011), muitos alunos ainda acreditam que há apenas dois movimentos no sistema Terra-Sol-Lua: rotação e translação. Questiona-se também, o desinteresse de alguns alunos para responder essa questão (percebido nos dois testes); seria este desinteresse derivado do não conhecimento sobre o assunto ou existe um fator motivacional envolvido, quando se tratam de questões que exigem questionamentos, reflexões, utilização de conhecimentos adquiridos durante a trajetória escolar e nas experiências cotidianas? Mesmo que estes alunos não tivessem podido aprender nada durante a oficina e não tivessem qualquer conhecimento científico adquirido nos anos escolares anteriores, ainda assim, enquanto indivíduos observadores dos fenômenos da natureza possuiriam concepções alternativas sobre o assunto que lhes possibilitaria responder a questão. Portanto, existe um fator motivacional envolvido, cujos elementos de análise que esta pesquisa traz, não permitem discussão.

Na quarta pergunta “O que são satélites e para que servem?” foram propostas três categorias.

1) Observação da Terra

Tabela 11. Respostas do pré e do pós-teste.

Pré-teste	Três alunos (10,71%) afirmaram que os satélites servem para fotografar o espaço.
	Dois alunos (7,14%) afirmaram que serve para ajudar a “criar” imagens da Terra.
	Um aluno (3,57%) comentou que serve para mandar informações da Terra.
	Um aluno (3,57%) comentou que serve para captar imagens do universo como um todo.
Pós-teste	Sete alunos (25%) afirmaram que satélites são objetos que observam e mandam informações do planeta.

Fonte: elaborada pelos autores, 2015.

As respostas do pré-teste apresentaram aspectos coerentes já que, como afirma KUGA, RAO E CARRARA (2000), os satélites artificiais terrestres também são empregados na observação da Terra. Assim, mesmo que os alunos não tenham utilizado melhores argumentos para conceituar os satélites, percebeu-se que eles entendiam uma das principais funcionalidades dos mesmos.

Nessas respostas não foram identificadas referências aos satélites naturais. Pode ser que isso se deva ao termo satélite não ser utilizado costumeiramente para se referir, por exemplo, a Lua. Percebeu-se que os alunos não sabiam exatamente como a Lua podia ser classificada - satélite ou planeta, e nem sabiam que existem planetas com vários satélites naturais. Tratou-se de uma discussão que despertou interesse, justamente por esse desconhecimento.

Percebe-se pelas respostas do pré-teste que os alunos entendem a importância dos satélites, devido ao fato de que é por causa deles que é possível acessar a internet, TV, rádio, embora não saibam defini-los de forma bem fundamentada. São as experiências que os alunos trazem de seu cotidiano que possibilitam que tenham tal compreensão. Também, quando o aluno comenta que “são Luas que servem para se comunicar”, ou quando o outro comenta

que “surgiu quando surgiu o homem”, percebe-se novamente a não diferenciação entre os satélites naturais e artificiais.

Depois da exploração conceitual dois alunos mantiveram o conceito anterior de que os satélites são responsáveis pela transmissão de sinal dos aparelhos que eles usam. Pode ser que o material utilizado na exploração conceitual (apresentação de slides e discussão conceitual), não tenha sido suficientemente significativo para promover a mudança conceitual desses alunos. Os indivíduos se apropriam do conhecimento de maneira bastante particular e a metodologia que promove o processo de ensino e de aprendizagem de uns, pode não promover o de outros.

II) Transmissão de sinal

Tabela 12. Respostas do pré e do pós-teste.

Pré-teste	Um aluno (3,57%) comentou que servem para transmitir rádio e TV tendo surgido quando surgiu o homem.
	Um aluno (3,57%) comentou que “os celulares e computadores funcionam devido a existência do satélite.
	Um aluno (3,57%) comenta que “são Luas que servem para se comunicar”.
Pós-teste	Dois alunos (7,14%) no pós-teste continuaram afirmando que são instrumentos que “transmitem sinal” para os celulares e a TV sem defini-los conceitualmente.

Fonte: elaborada pelos autores, 2015.

Percebeu-se no pós-teste respostas mais elaboradas nas quais foram citados tanto os satélites naturais quanto os artificiais: trataram-se de respostas nas quais aparecem as ideias de órbita, satélites naturais e artificiais, estudo científico, possibilidade de tripulação no satélite. Quando o aluno comenta que os satélites naturais surgiram na criação do universo, parece que compreende que na Astronomia qualquer modificação, seja de criação ou finalização de algum astro, demora milhões de anos para acontecer (HEWITT, 2009).

Chamou a atenção as omissões de resposta do pré-teste, o que novamente leva a questionar se existe descaso, derivado de algum fator motivacional impossível de afirmar, ou se os alunos não possuíam qualquer conhecimento sobre o conceito. Por outro lado, no pós-teste quase todos os alunos que não tinham respondido o pré-teste, responderam, o que demonstrou certa preocupação e entendimento dos conceitos.

Considerações finais

Esta pesquisa apresentou considerações acerca do entendimento de alguns conceitos de Astronomia, de um grupo de alunos das séries finais do Ensino Fundamental, verificadas durante a mediação de uma oficina didática. Foram utilizadas atividades experimentais, jogos, vídeos e imagens, propostas discussões, além de um pré-teste e de um pós-teste,

III) satélites naturais e artificiais

Tabela 13. Respostas do pré e do pós-teste.

Pré-teste	Um aluno (3,57%) citou os dois tipos de satélites, vinculando o natural como aquele que surgiu ainda na "criação do universo" e o artificial como aquele que facilita a transmissão de imagens de TV, embora tenha apenas citado a utilização.	17 alunos (60,71%) não responderam essa pergunta no pré-teste.
Pós-teste	10 alunos (35,7%) comentaram que satélites são corpos que circulam (orbitam) os planetas, podendo ser naturais, que é a Lua, ou artificiais, que o homem criou.	Três alunos (10,71%) não responderam no pós-teste.
	Seis alunos (21,4%) citaram apenas os satélites artificiais, definindo-os como veículos, tripulados ou não, colocados em órbita nos planetas, com objetivo de estudo científico, telecomunicações meteorologia.	

Fonte: elaborada pelos autores, 2015.

possibilitaram analisar de maneira qualitativa os resultados alcançados.

Observou-se que, durante a oficina, os alunos se posicionaram criticamente para tentar entender os fenômenos observados através das atividades experimentais, foram participativos e atenciosos, especialmente durante a utilização das atividades experimentais, propuseram ideias, observaram os fenômenos. Também, percebeu-se evolução conceitual, quando comparadas as explicações dos alunos para os conceitos demonstradas no pré-teste com aquelas demonstradas pós-teste, o que indica que eles podem ter aprendido significativamente. Contudo, ressalta-se a importância de desenvolver outras atividades que reafirmem esses conhecimentos adquiridos de forma significativa, ou seja, atividades com um período maior de duração, em que os alunos possam demonstrar uma aplicação para os conhecimentos assimilados nessa etapa. Desta forma, os conhecimentos desta etapa serviriam de base para novas assimilações e relações, fortalecendo-se em suas essências. Possíveis propostas de trabalhos sobre essa perspectiva poderão envolver a observação do céu como instrumento para a elaboração de explicações científicas, ou seja, de construção do conhecimento.

Embora a metodologia aqui utilizada não seja inédita, pode-se dizer que, pelo posicionamento crítico, participação e atenção, reforçou-se a importância das atividades experimentais como recursos facilitadores do processo de ensino e aprendizagem, sendo que somente por conta da dinamicidade que elas proporcionam, os alunos puderam se tornar mais ativos na mediação da oficina. Questiona-se se elas são utilizadas, no ensino de Astronomia os alunos que participaram dessa oficina, e de que forma isso acontece.

Quanto a metodologia do pré-teste e do pós-teste ressalta-se que, quando utilizadas como única forma de avaliar o processo, pode se tornar restritivas no sentido de não permitir que o aluno expresse conhecimentos além daqueles que são solicitados nas perguntas. Portanto, essa metodologia pode ser eficiente quando aliada com outras formas de

avaliação, como as utilizadas nessa pesquisa. O pré-teste também é interessante porque permite conhecer aquilo que os alunos já sabem e, quando necessário, modificar o planejamento com base nas necessidades evidenciadas.

O pré-teste, respondido pelos alunos com base em seus conhecimentos prévios e concepções alternativas, possibilitou perceber que os alunos não dominavam conceitos básicos da Astronomia, os quais já foram trabalhados nos anos escolares anteriores. Por isso, há de se questionar se existem de fato abordagens referentes a estes conceitos e de que forma elas ocorreram.

Juntamente com o pouco domínio dos conceitos, destacou-se que os alunos não observam os fenômenos cotidianos, sendo que, por causa disso, deixaram de expor algumas concepções alternativas e conhecimentos prévios. Destacou-se também, a passividade por parte de alguns alunos, que somente a custo de muito estímulo e convite à participação, pode ser minimizada. Esses alunos não tem o costume de questionar, fazendo pensar se não fazem isso porque entendem os conceitos e não tem dúvidas, porque não entendem e ficam intimidados para perguntar ou porque não julgam que as perguntas e a participação sejam relevantes para o desenvolvimento do processo. Outra possibilidade é que eles estejam acostumados a posição de expectadores durante as aulas.

Ressalta-se finalmente que, um ensino de Astronomia mais efetivo e coerente, demanda comprometimento: por parte da escola, em incentivar práticas diferenciadas como as oficinas didáticas, seja por intermédio dos professores de Ciências Naturais – Astronomia, seja através de projetos como o PIBID; por parte dos professores, em procurar utilizar metodologias que facilitem o processo de ensino e de aprendizagem, como por exemplo, as atividades experimentais, e trabalhar conceitos de astronomia coerentes e fundamentados em aspectos das ciências; dos alunos em se comprometerem de forma responsável com o processo de aprendizagem, levando em consideração que precisam, acima de tudo, se interessar pelo aprendizado; e das políticas

governamentais, em entender a real necessidade de investimento em cursos de formação continuada (e não apenas cursos de formação pontuais e de curta duração) coerentes para professores de Ciências Naturais que promovam uma compreensão dos conceitos de Astronomia.

Referências

- BARATIERI, S. M.; BASSO, N. R. S.; BORGES, R. M. R.; ROCHA FILHO, J. B. Opinião dos estudantes sobre a experimentação em química no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 3, pp. 19-31, 2008. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID64/v3_n3_a2008.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2015.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70. Lisboa: Portugal, 1977.
- BRASIL, M. E. C. **Secretaria de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. MEC, SEB, DICEI. Brasília: Brasil, 2013.
- CAREGNATO, R. C. A.; MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. **Texto Contexto Enferm**, Florianópolis, v. 4, n. 15, pp. 679-684. 2006.
- EL-HANI, C. N.; BIZZO, N. M. V. Formas de construtivismo: teoria da mudança conceitual e construtivismo contextual. In: II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, v. 2, pp. 1-14. São Paulo. Departamento de Física Experimental Faculdade de Educação da USP. 2000.
- FELICETTI, S. A.; BARBOSA, C. A.; SANTOS, J. M. T. A percepção de professoras das séries iniciais da região sudoeste do paraná sobre a experimentação no ensino de ciências. In: XI CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, EDUCERE, v. 11, pp. 14007-14018. Curitiba. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. 2013.
- FERREIRA, D.; MEGLHIORATTI, F. A. **Desafios e possibilidades no ensino de Astronomia**. s.d. Portal dia a dia educao. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2356-8.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2015.
- FONTANELLA, D.; MEGLHIORATTI, F. A. Educao em Astronomia: contribuies de um curso de formao de professores em um espaço não formal de aprendizagem. **Revista Eletrônica de Educao**, v. 10, n. 1, pp. 234-248. 2016.
- HEWITT, P. G. **Fundamentos da física conceitual**. Bookman. Porto Alegre: Brasil. 2009.
- IACHEL, G.; LANGHI, R.; SCALVI, R. M. F. Concepes alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenmeno de formao das fases da Lua. **Revista Latino-americana de Educao em Astronomia-RELEA**, v. 5, pp. 25-27. 2008.
- KUGA, H. K.; RAO, K. R.; CARRARA, V. **Satélites Artificiais Movimento Orbital**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, . Disponível em: <http://www.dem.inpe.br/~val/cursos_inpe/kcr_mov_orb_2011.pdf>. Visitado el: 20-03-2017.
- LANGHI, R. Educao em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepes alternativas  necessidade de uma ao nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 2, pp. 373-399. 2011.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, pp. 87-111. 2007.
- LEITE, C.; HOSOUME, Y. Explorando a dimensão espacial na pesquisa em ensino de Astronomia. **Revista Electrónica de Enseanza de Las Ciencias**, v. 8, n. 3, pp. 797-811. 2009.
- MACEDO, M. A. P.; RODRIGUES, M. A.. O tamanho dos planetas, de plutão e do sol e as distâncias entre estes: compreensão dos alunos e oficina pedagógica de baixo custo para trabalhar esta temática. **Revista Latino-Americana de Educao em Astronomia**, n. 19, pp. 23-42. 2015.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educao**, São Paulo, v. 9, n. 2, pp.191-211. 2003.

- PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**. MEC. Paraná, Brasil. 2008. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_cien.pdf. Acesso em 31 de mai. 2016.
- SARAIVA, M. F. O.; AMADOR, C. B.; KEMPER, É.; GOULART, P.; MULLER, A. As fases da Lua numa caixa de papelão. **Revista Latino-americana de Educação em Astronomia-RELEA**, Florianópolis, v. 4, n. 1, pp. 9-26. 2007.
- SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. A. Um curso de Astronomia e as concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 1, pp. 89-99. 2006.
- SCHEID, N. M. J.; SOARES, B. M.; FLORES, M. L. T. Universidade e escola básica: uma importante parceria para o aprimoramento da educação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 70. 2009.
- SILVA, O. G.; NAVARRO, E. C. A relação professor-aluno no processo ensino-aprendizagem. **Interdisciplinar: Revista Eletrônica da Univar**, Barra do Barças, v. 3, n. 8, pp. 95-100. 2012.
- SIMÕES, C.; FERNANDES, J. **Astrologia e Astronomia: uma conversa entre as duas**. Millinium [formato: negrita], Viseu, v. 19, n. 1, pp. 1-18. 2000.
- VALLE, H. S.; ARRIADA, E. Educar para transformar: a prática das oficinas. **Revista Didática Sistêmica**, Rio Grande, v. 14, n. 1, pp. 3-14. 2012.
- VIEIRA, E.; VOLQUIND, L. **Oficinas de Ensino: o quê, por quê? Como?** 4. ed. Edipucrs. Porto Alegre, Brasil. 2002.
- VIVEIRO, A. A.; DINIZ, R. E. S. Atividades de campo no ensino das ciências e na educação ambiental: refletindo sobre as potencialidades desta estratégia na prática escolar. **Ciência em Tela**, v. 2, n. 1, pp. 1-11. 2009.
- ZIMMERMANN, E.; BERTANI, J. A. Um novo olhar sobre os cursos de formação de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 1, pp. 43-62. 2003.





TEORIA DAS METAS DE REALIZAÇÃO EM SALA DE AULA E AS POSSÍVEIS INFLUÊNCIAS NOS PADRÕES MOTIVACIONAIS PARA A APRENDIZAGEM DA QUÍMICA EM DUAS TURMAS DO ENSINO MÉDIO

Achievement goals in the classroom and their possible influence on motivational patterns
for chemistry learning in two Brazilian high schools

Denilson Mendes de Oliveira¹
Vinícius Catão²

Cómo citar este artículo: Oliveira, D. M., Catão, V. (2017). Teoria das metas de realização em sala de aula e as possíveis influências nos padrões motivacionais para a aprendizagem da química em duas turmas do ensino médio. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 50-68. doi: 10.14483/23464712.11039.

Recibido: 10 de octubre 2016 / Aceptado: 17 de enero de 2017

Resumo

Estruturas da sala de aula constituem aspectos da motivação para aprender que podem ser facilmente manipulados pelos professores durante o processo de mediação do conhecimento científico, favorecendo o engajamento dos estudantes nas aulas. A organização das atividades escolares, a avaliação e o desenvolvimento da autonomia são alguns exemplos. Dois tipos de metas podem sobressair em sala de aula devido às diferentes estratégias instrucionais utilizadas em cada uma delas: as metas de performance e as metas de domínio. Nesse contexto, os objetivos deste trabalho foram comparar as estratégias instrucionais de dois professores de Química do Ensino Médio (Professor A e Professor B), em duas escolas públicas localizadas na cidade de Viçosa-MG (Brasil), e inferir os possíveis padrões motivacionais presentes entre os estudantes. A comparação foi baseada na teoria das metas de realização, organizada dentro das três estruturas da sala de aula mencionadas. A coleta dos dados foi feita por meio de notas de campo provenientes da observação participante em duas aulas de Química e entrevistas semiestruturadas com os professores. Após a análise dos dados, concluiu-se que o Professor A utilizou estratégias mais consistentes com as metas de domínio, enquanto o Professor B utilizou estratégias instrucionais consistentes com os dois tipos de metas. Assim, é possível inferir que a utilização de

1. Mestrando em Química Analítica pelo Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas (SP), Brasil. Correio eletrônico: denilson.oliveira@iqm.unicamp.br.
2. Doutor em Educação (Ensino de Ciências) pela Universidade Federal de Minas Gerais. Docente no Departamento de Química da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), Brasil. Correio eletrônico: vcasouza@ufv.br.

diferentes estratégias instrucionais pode indicar visão mais ampla sobre o processo de aprendizagem da Química. Isso porque o professor tem um importante papel na orquestração das estruturas de sala de aula, sendo o responsável por articular estratégias diferenciadas que favoreçam o processo de construção e mediação do conhecimento científico.

Palavras chaves: motivação, aprendizagem da química, teoria das metas, estruturas da sala de aula.

Abstract

Classroom structures constitute motivational aspects to learn, which can be easily manipulated by teachers during mediation of scientific knowledge to ensure students' engagement. Organization of learning activities, evaluation and autonomy are some examples of such structures. Two types of goals may be developed in classrooms due to different instructional strategies: performance goals and mastery goals. This work's objectives were to compare instructional strategies of two high school chemistry teachers (Teacher A and Teacher B) from two public schools located in Viçosa (Brazil) and infer possible motivational patterns found among students. The comparison was based on the achievement goal theory and organized within the three classroom structures. Data were gathered through field notes from participant observation in two Chemistry classes and semi-structured interviews with both of the teachers. It was verified that Teacher A utilized strategies aligned with mastery goals, while Teacher B utilized instructional strategies that were consistent with the two types of goals. It is concluded that this can influence student engagement during Chemistry classes, considering that teachers have an important role in the orchestration of classroom structures, articulating instructional strategies that favor learning and mediation of the scientific knowledge.

Keywords: motivation, chemistry learning, goal theory, classroom structures.

Introdução

O interesse e a motivação para aprender algo podem se relacionar de diversas formas, sendo possível pensar em uma motivação natural para a aprendizagem. Entretanto, uma visão mais adequada relaciona a motivação aos aspectos ambientais, culturais e sociais, associando-a as expectativas e valores atribuídos às atividades a serem desenvolvidas.

A motivação dos estudantes para se envolverem com o processo de aprendizagem reflete, de certa forma, no comportamento que eles apresentam em sala de aula. Estudantes motivados tendem a desenvolver as atividades escolares e se engajar na realização das mesmas, sendo sujeitos ativos no processo de ensino e aprendizagem de Ciências/Química. Dessa forma, é desejável que os professores busquem desenvolver uma motivação duradoura durante o processo de mediação do conhecimento

científico em sala de aula, permitindo aos estudantes terem os estímulos necessários para a aprendizagem nos diferentes momentos da vida escolar.

O comportamento dos estudantes pode ajudar os professores a compreenderem a importância da motivação em sala de aula. Os professores, dentre outras coisas, podem: observar os distintos padrões de participação dos estudantes, perceber como eles reagem às críticas e/ou aos elogios, observar as reações perante as atividades etc. Todas essas observações tendem a ser úteis para o professor no momento do planejamento das aulas, uma vez que passa a ser possível uma atuação mais eficaz que permita o desenvolvimento de estratégias com o foco na motivação e no maior engajamento durante as aulas de Ciências/Química. Nesse sentido, os conhecimentos sobre as teorias da motivação podem possibilitar adequações práticas nas estratégias que envolvem a mediação do conhecimento científico em sala de aula, de maneira que elas tenham o potencial para serem eficazes e favorecer a motivação para aprender Química.

É importante destacar que se entende aqui a mediação em sala de aula com base nas discussões trazidas nos trabalhos de VYGOTSKY (1991; 2009), em que a mediação se relaciona ao uso da linguagem e de outras estratégias que estabelecem a ponte entre o homem e o mundo que o cerca. Na educação escolar, o conceito de aprendizagem mediada confere uma posição privilegiada ao professor no processo educativo, considerando que para se efetivar o desenvolvimento, é desejável que a instrução seja favorecida por um ambiente dinâmico, possibilitando aos estudantes construir suas diferentes formas de pensar, baseados nas questões articuladas em sala de aula. VYGOTSKY (1991 p. 101) destaca que “o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer”. Assim, uma teoria de motivação

prática é aquela que pode ser facilmente adequada ao ambiente de ensino e favorecer o processo de aprendizagem de Ciências/Química.

Aprendizagem e Motivação: Propondo Diálogos entre Alguns Referenciais

BORDENAVE e PEREIRA (2008 p. 38) definem aprendizagem como uma “modificação relativamente permanente na disposição ou na capacidade do homem, ocorrida como um resultado de sua atividade e que não pode ser simplesmente atribuída ao processo de crescimento e maturação [...]”. Na sala de aula, essa modificação pode ocorrer pela interação dos estudantes com o ambiente, de maneira que sejam possíveis a captação e o processamento de estímulos³ externos selecionados, organizados e sequenciados pelo professor (FITA, 2009). Para haver a apropriação desses estímulos de forma significativa, é importante que o estudante se envolva com as atividades em sala de aula, sendo um sujeito ativo no processo de construção de novos conhecimentos. Nesse contexto, aparece a questão da motivação: quais estratégias instrucionais o professor poderia utilizar para garantir maior envolvimento dos estudantes durante o processo de ensino?

Os conhecimentos de *Psicologia da Aprendizagem*, especialmente aqueles relacionados à motivação, podem ser bastante úteis para o professor no planejamento, na implementação e na avaliação dos processos de ensino e aprendizagem (FITA, 2009). Quando o professor está consciente das características dos estudantes e do ambiente da sala de aula, é possível elaborar um planejamento que esteja em concordância com a realidade e interesses dos mesmos, possibilitando, dessa forma, uma atuação que favorece a motivação para aprender.

A palavra *motivação* tem origem latina e significa *mover* (do latim, *moveres*), de modo que compreender o sentido da motivação em sala de aula envolve compreender as razões pelas quais os indivíduos

3. Estímulos podem ser compreendidos aqui como mudanças no meio externo ou nas dinâmicas estabelecidas em sala de aula, que são capazes de provocar mudanças internas e, conseqüentemente, no comportamento frente à atividade.

agem frente ao conhecimento. REEVE (2009) destaca que a motivação direciona e impulsiona o comportamento. Daí, é natural que se questione: *quais as razões para estudar a motivação?* REEVE (2009) aponta que o estudo da motivação permite entender e responder as seguintes perguntas: 1) por que queremos o que queremos? e 2) por que fazemos o que fazemos? Além disso, o estudo da motivação permite entender o comportamento, as razões para o mesmo e também suas variações em intensidade. Assim, os conhecimentos teóricos sobre as questões motivacionais podem ser discutidos e analisados em diferentes contextos (entre os funcionários de uma empresa, no treinamento de atletas, junto aos estudantes em sala de aula, dentre outros).

As teorias sobre motivação no campo da Psicologia provêm de diferentes tradições filosóficas, sendo que as mais modernas abordam especificamente a relação de crenças, metas⁴ e valores⁵ com a ação (ECCLES e WIGFIELD, 2002). REEVE (2009) lista vinte e quatro teorias modernas sobre motivação, apontando a importância que tem sido dada ao estudo do tema e indicando que o conceito vem sendo abordado de diferentes maneiras. Existem na literatura algumas propostas de categorização para as teorias sobre motivação, porém a discussão pormenorizada destas foge ao objetivo desse trabalho. Para conhecer um tipo de categorização envolvendo modelos de comportamento baseados nas expectativas⁶ individuais e nos valores atribuídos às tarefas, ver ECCLES e WIGFIELD (2002); para uma categorização baseada na conduta humana e na conduta de aprendizagem, ver FITA (2009). Dentre as teorias sobre motivação, existem algumas que são

mais recorrentes no campo educacional. Três delas, foco deste trabalho, serão apresentadas a seguir: a *teoria da motivação intrínseca*, a *teoria da motivação extrínseca* e a *teoria das metas de realização*.

A *motivação intrínseca* é aquela em que um indivíduo se engaja em uma atividade pelo prazer inerente à mesma. REEVE (2009) argumenta que esse prazer por realizar alguma atividade pode ter origem nos sentimentos de competência, autonomia e conexão com outros indivíduos. Sendo a *motivação intrínseca* um tipo de motivação natural, ela garante o envolvimento do indivíduo por sua própria vontade, gerando satisfação, prazer e engajamento (CAETANO e JANUÁRIO, 2009). A *motivação intrínseca*, de acordo com REEVE (2009), deve ser encorajada e desenvolvida por ser favorável ao indivíduo no que diz respeito à persistência, à criatividade e ao entendimento conceitual. O conceito de *motivação intrínseca* relaciona-se com a capacidade humana de inovar e solucionar desafios nos campos pessoal e profissional, mediando problemas e conflitos de diferentes ordens⁷. RYAN e DECI (2000) destacam que a *motivação intrínseca* representa um potencial inerente a natureza humana, sendo essencial ao desenvolvimento cognitivo e à inserção social dos sujeitos. No contexto educacional, a *motivação intrínseca* tem sido apontada como aquela que garante o envolvimento dos estudantes com as tarefas de aprendizagem, preferência por desafios, persistência, esforço e uso de estratégias de aprendizagem (GUIMARÃES e BORUCHOVITCH, 2004).

A *motivação extrínseca* se refere ao engajamento em atividades por outras razões que não a satisfação inerente à realização das mesmas. Este tipo de

4. *Metas* referem-se aos objetivos a serem alcançados. Por exemplo, um estudante possui como meta a aprovação em uma disciplina ou possui a meta de dominar os conteúdos trabalhados.
5. *Valores* têm a ver com os incentivos e as razões que o indivíduo possui para realizar suas atividades.
6. *Expectativas* referem-se às crenças sobre como o indivíduo desempenhará diferentes tarefas e atividades.
7. A mediação social pode ser associada ao conceito de *resiliência*. Este conceito, cunhado da Física, é definido em Psicologia como a capacidade de o sujeito mediar problemas e situações conflituosas, superando obstáculos ou resistindo à pressão de situações adversas (JOB, 2003). BARLACH, LIMONGI-FRANÇA e MALVEZZI (2008) argumentam que a *resiliência* trata de uma tomada de decisão quando se depara com uma situação limite entre a tensão do ambiente e a vontade de superar os desafios apresentados. Essas decisões favorecem o desenvolvimento de ações para enfrentar a situação problema em questão. Assim, pode-se considerar que a *resiliência* é uma combinação de fatores que propiciam ao ser humano condições para mediar e superar as adversidades do seu dia a dia.

motivação tem sua origem em incentivos e consequências ambientais, tais como elogios, atenção recebida, privilégios, prêmios, reconhecimento público, dentre outros. Em sala de aula, os indivíduos motivados extrinsecamente se engajam nas atividades por consequências que não provêm das atividades em si, mas sim de questões que perpassam a mediação estabelecida pelo professor nas interações estabelecidas em sala de aula. Apesar de a *motivação extrínseca* ser apresentada na literatura como um tipo de motivação fraca quando comparada com a *motivação intrínseca*, RYAN e DECI (2000) argumentam que há vários tipos de comportamentos extrinsecamente motivados e alguns destes podem resultar em padrões motivacionais relevantes para favorecer o processo de aprendizagem, sobretudo por caracterizarem estados de ação e engajamento com a atividade. Assim, REEVE (2009 p. 114) destaca que comportamentos intrínseca e extrinsecamente motivados podem parecer os mesmos, sendo: “[...] difícil observar alguém casualmente e saber se ele ou ela está motivado(a) intrínseca ou extrinsecamente. A diferença essencial entre os dois tipos de motivação reside na fonte que energiza [impulsiona] e dirige o comportamento”. Isso significa que a aprendizagem depende em grande parte da orquestração articulada pelo professor em sala de aula na condução das atividades. Nesse sentido, a *motivação extrínseca* poderia ser danosa em situações nas quais o indivíduo sente-se obrigado a realizar a atividade e, portanto, age com desinteresse e resistência. Por outro lado, se o indivíduo percebe o valor e a utilidade da atividade, aceitando-a, o mesmo sente-se compelido a realizá-la.

Em relação às *metas de realização*, elas definem padrões integrados de crenças, atribuições e afeto que permitem alcançar um determinado objetivo. A adoção de um tipo de meta ou outro ocasiona diferentes maneiras de abordar, engajar e responder às atividades a serem realizadas. Consequentemente,

indivíduos com metas diferenciadas possuem diferentes concepções de sucesso, autoavaliações e resultados. Na literatura, são enfocados basicamente dois tipos de metas de realização⁸ para a aprendizagem: 1) metas de domínio e 2) metas de performance. As metas de domínio são centradas em crenças de que esforço e resultado estão inter-relacionados. Esse tipo de meta caracteriza-se pelos padrões motivacionais adaptativos, nos quais os indivíduos são orientados para o desenvolvimento de habilidades, entendimento dos trabalhos realizados e aprimoramento de competências (AMES, 1992). Assim, competências e habilidades são entendidas com base em Antunes (2014), sendo que para esse autor competência é definida como:

[...] a capacidade de contextualizar o saber, ou seja, comparar, classificar, analisar, discutir, descrever, opinar, julgar, fazer generalizações, analogias e diagnósticos. Habilidades são as ferramentas que podemos dispor para desenvolver competências. Logo, para saber fazer, conhecer, viver e ser, precisamos de instrumentos que nos conduzam para que a ação se torne eficaz. As habilidades são esses instrumentos que, manejados, possibilitam atingir os objetivos e desenvolver as competências. (ANTUNES, 2014 p.10)

Quando o autor caracteriza competência como uma das possibilidades para contextualizar o conhecimento científico, se faz necessário delimitar aqui o entendimento sobre a contextualização no ensino de Ciências/Química que foi utilizado neste trabalho. De acordo com SANTOS (2007) e SCAFI (2010), a contextualização pode ser entendida como uma forma de facilitar a relação entre os conhecimentos cotidianos dos estudantes e os científicos, aprendidos no ambiente escolar, de modo que:

Contextualizar consiste em realizar ações buscando estabelecer a analogia entre o conteúdo da

8. As denominações aqui utilizadas são aquelas propostas por AMES e ARCHER (1988). Esses dois tipos de metas têm assumido diferentes conotações na literatura como, por exemplo, metas de domínio *versus* metas de performance e metas de aprendizagem *versus* metas de ego.

educação formal ministrado em sala e o cotidiano do aluno ou de sua carreira, de maneira a facilitar o processo de ensino-aprendizagem pelo contato com o tema e o despertar do interesse pelo conhecimento [...]. É também criar um ambiente propício de ensino no qual o aluno possa vislumbrar a aplicabilidade dos conceitos em sua vida [...] e interligar com experiências pessoais vivenciadas. (SCAFI, 2010 p. 176)

Além da ideia de exemplificar ou aplicar algum conceito em seu cotidiano, SCAFI (2010) discute que o ensino contextualizado pode aumentar o interesse dos estudantes pelo conhecimento estudado, o que facilitaria o engajamento na aula e a aprendizagem dos conteúdos científicos.

Sobre as metas de performance, estas resultam em padrões motivacionais não-adaptativos, pois enfocam no senso de habilidade e autovalor individuais, sendo a fonte de motivação a possibilidade de o indivíduo obter melhor rendimento que um colega ou realizar uma atividade com o mínimo de esforço. Para esse tipo de orientação, o indivíduo considera importante o reconhecimento público para evidenciar seu melhor desempenho em relação aos demais (AMES, 1992).

Para o contexto da sala de aula, professores e estudantes que apresentam atitudes baseadas em um ou outro tipo de meta tendem a ter diferentes percepções sobre o ambiente e o processo de ensino e aprendizagem. A tabela 1 apresenta a caracterização de alguns parâmetros da sala de aula,

propostos por AMES e ARCHER (1988), de acordo com o tipo de meta que emerge naquele ambiente. É importante destacar que esses parâmetros e metas apresentados na tabela 1 podem favorecer a caracterização de ações instrucionais em sala de aula, que são articuladas pelo professor de Ciências/Química na dinâmica de interação estabelecida com os estudantes durante o processo de mediação do conhecimento científico.

Os parâmetros de sala de aula e as diferentes visões apresentadas, com base nas metas de domínio e de performance, podem favorecer ações reflexivas sobre o trabalho docente, permitindo aos professores de Ciências/Química compreenderem os desafios que perpassam o aprender a ensinar e o processo de aprendizagem com um todo. Nesse sentido, MIZUKAMI *et al.* (2003 p. 48) destacam que “aprender a ensinar é um processo complexo que envolve fatores afetivos, cognitivos, éticos, de desempenho [...]”. Não existe, e certamente nunca existirá, uma “receita” contendo o passo a passo de como ensinar. Para saber ensinar, é importante que os professores estejam preparados e tenham repertório para mediar as inúmeras situações possíveis de ocorrerem em uma sala de aula. Essa mediação poderá acontecer de forma efetiva quando os professores tiverem a oportunidade de articularem reflexões e vivências durante a sua formação e/ou atuação profissional, permitindo assim angariar um vasto repertório que facilite e, ao mesmo tempo, favoreça a eles orquestrar diferentes ações instrucionais em sala de aula.

Tabela 1. Parâmetros de sala de aula e as diferentes visões, de acordo com as metas de domínio e performance.

Parâmetros de sala de aula	Metas de domínio	Metas de performance
Sucesso é definido como...	Aperfeiçoamento, Progresso	Notas altas, Desempenho alto
É valorizado...	Esforço, Aprendizagem	Habilidade
Razões para satisfação são...	Trabalho árduo, Desafio	Melhor desempenho
Professores preocupados em...	Como os estudantes aprendem	Como os estudantes rendem
Erros são vistos como...	Parte do processo de aprendizagem	Causadores de ansiedade
O foco da atenção é...	Processo de aprendizagem	Desempenho relativo aos demais
As razões para esforço são...	Aprendizagem de algo novo	Notas altas, melhor rendimento
Os critérios de avaliação são...	Progresso	Normativos

Fonte: AMES e ARCHER (1988). Traduzido pelos autores.

Motivação Escolar

A importância da motivação para a aprendizagem tem sido discutida na literatura, com destaque para os trabalhos de TURNER e PATRICK (2004), MAEHR e MEYER (1997), PATRICK *et al.* (1993), dentre outros. Para FITA (2009 p. 77), a motivação é “um conjunto de variáveis que ativam a conduta e a orientam em determinado sentido para poder alcançar um objetivo”. Dessa forma, o professor pode atuar de diferentes maneiras, de modo a contribuir para o desenvolvimento e estabelecimento de condutas caracterizadas pelo comprometimento e envolvimento dos estudantes com as atividades escolares.

TAPIA (2009) ressalta que o interesse escolar é uma variável multifatorial e resultante de uma interação dinâmica entre aspectos pessoais e contextuais. Aspectos pessoais são, por exemplo, aqueles relacionados à importância das metas e expectativas para o processo de aprendizagem. Já os aspectos contextuais são os relacionados com a organização de atividades, a interação estudante-estudante e professor-estudante, a avaliação da aprendizagem, dentre outros. Para um professor contribuir com a motivação para a aprendizagem dos estudantes, é importante que ele tenha conhecimento de como ocorre o processo de aprendizagem e, portanto, dos ambientes de aprendizagem nos quais os estudantes estão imersos, sejam eles formais ou informais (FITA, 2009).

Na literatura, a relação com o ambiente de aprendizagem é abordada basicamente sob duas perspectivas: 1) como este ambiente contribui para a aprendizagem dos estudantes; e 2) como este ambiente influencia as visões do estudante relacionadas à natureza e aos propósitos da aprendizagem (AMES, 1992). A estrutura⁹ dos ambientes de aprendizagem e a dinâmica interativa estabelecida podem influenciar no modo como os estudantes se autoavaliam nos quesitos de capacidade

e habilidades para a realização de suas atividades escolares, bem como a importância que eles atribuem a tais atividades.

A motivação dos estudantes para a aprendizagem está relacionada com as metas de aprendizagem estabelecidas, conforme apontado por AMES (1992). Esta autora destaca que as estruturas da sala de aula (organização das atividades escolares, avaliação e autonomia), ao serem manipuladas pelo professor, podem levar ao desenvolvimento/estabelecimento de diferentes metas pelos estudantes, bem como influir ou modificar as metas que os mesmos já possuem. Essas diferentes metas podem condicionar o aparecimento de distintos padrões motivacionais, que emergem durante o processo de mediação do conhecimento científico em sala de aula.

O entendimento dessas diferentes estruturas da sala de aula é bastante útil para o professor, que poderá manipulá-las de maneira a tornar evidentes suas expectativas em relação aos estudantes e ao processo de instrução. De fato, pesquisas na área educacional se preocupam em determinar os comportamentos dos professores que são efetivos no desenvolvimento/estabelecimento da motivação dos estudantes para favorecer a aprendizagem (SKINNER e BELMONT, 1993).

Para MORAN (2013), é muito difícil manter (no contexto escolar) a motivação dos sujeitos na interação pessoal e, também, no virtual, “se não envolvermos os alunos em processos participativos, efetivos, que inspirem confiança” (MORAN, 2013 p. 89). Este mesmo autor aponta que no processo de ensino e aprendizagem, os professores que se limitam à transmissão de informação de conteúdo, mesmo com as melhores intenções, não são capazes de garantir uma motivação no educando. Nesse sentido, corre-se “o risco da desmotivação a longo prazo e, principalmente, de que a aprendizagem seja só teórica, insuficiente para dar conta da relação teoria/prática” (MORAN, 2013 p. 90).

9. *Estrutura* se refere à quantidade de informações no contexto da sala de aula sobre como resultados desejados podem ser alcançados efetivamente.

Motivação e Ensino de Ciências

Estudos sobre mudanças na motivação escolar têm apontado que a motivação dos estudantes para a aprendizagem diminui ao longo dos primeiros anos de escolaridade (BORUCHOVITCH e BZU-NECK, 2009), sendo o declínio mais acentuado para a aprendizagem de Ciências e Matemática (GOTTFRIED, FLEMING e GOTTFRIED, 2001). É evidenciado também que, enquanto a *motivação intrínseca* tende a diminuir, a *motivação extrínseca* tende a aumentar à medida que os estudantes progridem (OTIS, GROUZET e PELLETIER, 2005). Essas mudanças na motivação apresentam impactos no desempenho escolar e, novamente, levantam questões sobre como a atuação docente e o ambiente escolar podem influenciar o engajamento do estudante com o conhecimento científico.

Pesquisas têm apontado que estudantes com visões positivas em relação às Ciências passam a ter visões negativas devido à maneira que o ensino é realizado nas escolas (SWARAT, ORTONY, e REVELLE, 2012). Dessa forma, é importante que os professores de Ciências/Química tomem consciência dos aspectos que influenciam positivamente a motivação em sala de aula, selecionando tópicos, atividades e definindo metas de aprendizagem que envolvam os estudantes de forma ativa.

Para o ensino de Ciências, DETTWEILER *et al.* (2015) destacam que as atividades do tipo “mão na massa” e que fazem uso de tecnologias geralmente despertam maior interesse dos estudantes, envolvendo-os com o conhecimento científico. Segundo os autores, o uso desse tipo de atividade permite construir um ambiente de aprendizagem diferenciado a partir de aspectos facilmente manipuláveis pelos professores.

Objetivo e Metodologia

Por reconhecer a importância das estruturas de sala de aula para a motivação dos estudantes frente à aprendizagem, este trabalho teve o objetivo de analisar como a atuação de dois professores

de Química do Ensino Médio, em escolas públicas distintas localizadas na cidade de Viçosa-MG, Brasil, pode influenciar a motivação para aprender. Especificamente, buscou-se identificar as estratégias instrucionais utilizadas pelos professores, relacioná-las com as metas de aprendizagem discentes e, por fim, inferir os possíveis padrões motivacionais relacionados a tais estratégias.

Para a realização do trabalho, foi utilizada uma abordagem qualitativa e exploratória. Essa estratégia é adequada para o trabalho proposto, visto que a pesquisa qualitativa permite compreender e descrever “o comportamento dos indivíduos, assim como a ação social quando ela se traduz em ação coletiva” (DESLAURIERS e KÉRISIT, 2008 p. 131).

A coleta dos dados foi feita por meio de notas de campo oriundas da *observação participante* em duas aulas de Química e entrevistas com os dois professores (Professor A-2º ano e Professor B-1º ano), em duas escolas públicas distintas (Escola 1 para o Professor A e Escola 2 para o Professor B). As entrevistas foram do tipo semiestruturada, portanto fundamentadas em um questionário previamente elaborado. Nessas entrevistas foram abordadas as três estruturas do ambiente de sala de aula – organização das atividades escolares (nove questões), avaliação (nove questões) e autonomia (seis questões). Para o Professor B, duas aulas foram acompanhadas devido à limitação dos dados oriundos da primeira observação, cuja aula consistiu apenas em entrega de resultados de avaliações e discussão com os estudantes.

De acordo com ALVES-MAZZOTTI (2001), quando uma pesquisa qualitativa tem o pesquisador observador fazendo parte da dinâmica social investigada, como foi o caso desta pesquisa, a investigação deve combinar a observação participante com outros instrumentos de coleta de dados, principalmente para assegurar uma maior confiabilidade à mesma. Por isso, foram feitas as entrevistas com os professores e também anotações em caderno de campo. Segundo BOGDAN e BIKLEN (1994), o caderno de campo se configura como um material descritivo que relata a parte mais subjetiva das

etapas de uma pesquisa qualitativa que adota, como uma das formas de coleta dos dados, a observação participante, principalmente na ênfase especulativa proporcionada pelo desenvolvimento destas primeiras impressões. Entretanto, cabe destacar que a discussão a ser apresentada neste trabalho estará embasada nas respostas obtidas com as entrevistas realizadas. Os dados obtidos na observação das aulas serviram para que fossem verificadas algumas evidências de que os professores realmente faziam na prática aquilo que diziam. Assim, seria possível inferir sobre as diferenças motivacionais observadas junto aos estudantes, levando em consideração as distintas estratégias instrucionais utilizadas pelos professores.

Dessa forma, ressalta-se que a proposta não foi avaliar a motivação somente a partir das aulas observadas, mesmo porque não teria como fazer essa análise de forma criteriosa por terem sido acompanhadas apenas duas aulas. Para tal análise, seria necessária uma pesquisa longitudinal, com o acompanhamento de várias aulas e a posterior análise das mesmas. Buscou-se, então, relacionar as estratégias instrucionais descritas nas entrevistas com os padrões motivacionais observados nas salas de aula. Por esse motivo, será referido como inferência de padrões motivacionais, tendo em vista o fator limitante aqui apresentado.

Em relação à *observação participante* realizada, ADLER E ADLER (1994) destacam que ela pode ser classificada em três categorias distintas: 1) *pesquisador-membro-periférico* – o pesquisador não interage diretamente com os sujeitos de sua pesquisa, sendo sua ação restrita à observação; 2) *pesquisador-membro-ativo* – o pesquisador assume uma responsabilidade dentro do grupo, interagindo de forma mais intensa ou desempenhando uma determinada função, além do seu papel de observador; e 3) *pesquisador-membro-completo* – o pesquisador é membro do ambiente a ser pesquisado, tal como em pesquisas que o próprio professor pode desenvolver com uma de suas turmas. No presente trabalho, o pesquisador assumiu a perspectiva de *observador-membro-periférico*,

sem qualquer tipo de intervenção direta no espaço educativo.

Por fim, todos os dados foram organizados e discutidos entre os pesquisadores, de modo a validá-los por meio da triangulação. De acordo com GÜNTHER (2006), a triangulação dos dados implica na utilização de abordagens múltiplas para evitar distorções e enviesamento da pesquisa em função de um método, uma teoria ou um pesquisador. Por isso, foi importante a discussão entre os pesquisadores, como forma de verificar possíveis dissensos. Visando atender as questões referentes à ética na pesquisa, os dois professores assinaram o *Termo de Consentimento Livre e Informado*, que esclarecia questões sobre o anonimato dos envolvidos e a participação voluntária no trabalho.

Descrição das Aulas de Química Observadas

Aula de Química na Escola 1

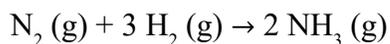
O Professor A entrou na sala e dividiu o quadro em quatro partes, sendo uma destas de menor dimensão. O professor utilizou essa parte do quadro para deixar um lembrete aos estudantes: “ATENÇÃO: Aula de revisão sobre funções químicas com o monitor”. Em seguida, fez um levantamento de quantos estudantes teriam a intenção de comparecer à referida aula. Para iniciar efetivamente a aula, o professor solicitou que os estudantes desligassem os aparelhos eletrônicos (celulares, *notebooks*, etc.) e lembrou sobre a necessidade de resolverem os exercícios passados nas aulas anteriores, destacando a importância de não deixar a matéria acumular. O professor dirigiu-se ao quadro e colocou o título do conteúdo a ser trabalhado naquela aula: *Pureza dos Reagentes Químicos*. Nesse início de aula, os estudantes ainda estavam dispersos e conversavam entre si, enquanto o professor escrevia no quadro.

Antes de iniciar a explicação, o professor enunciou para três exemplos de problemas envolvendo o cálculo de pureza dos reagentes químicos. A seguir, está a transcrição dos mesmos:

Exemplo 1: Uma amostra de 120 g de magnésio, cuja pureza é 80%, é queimada. Determinar a massa de produto (MgO) obtida.

Exemplo 2: Determinar a massa de uma amostra de carbonato de cálcio com pureza de 80%, se a decomposição térmica produziu 84 g de óxido de cálcio (CaO).

Exemplo 3: O processo de obtenção de amônia pode ser descrito pela equação química:



Uma amostra de 200 g de N_2 produziu 120 g de NH_3 . Determine a pureza do nitrogênio.

Segundo o professor, esses três exemplos seriam os mais significativos e garantiriam o entendimento necessário para a solução de qualquer outro problema envolvendo pureza de reagentes químicos, sobretudo por envolverem abordagens diferentes. Antes de iniciar a explicação, o professor recordou de um trabalho realizado em grupo, cuja data limite para entrega seria aquele dia. O professor solicitou, então, que os estudantes lhe passassem os trabalhos impressos. A seguir, mostrou aos estudantes dois frascos: 1) frasco de soda cáustica comercial; e 2) frasco de hidróxido de sódio padrão analítico. O professor perguntou o que é soda cáustica e chamou atenção para as informações contidas no rótulo a respeito da corrosividade e pureza do produto. Destacou, em seguida, a necessidade de cuidado com o manuseio. O professor mencionou acidentes envolvendo a soda cáustica e chamou a atenção principalmente para os cuidados envolvendo o armazenamento do produto em casa. Além disso, foram apontadas as diferenças de como cada rótulo apresentava as impurezas descritas: o produto de padrão analítico possuía informações sobre quais seriam as impurezas e quais as porcentagens destas no produto; o produto comercialmente vendido como soda cáustica em supermercados não trazia quaisquer informações nesse sentido.

O professor iniciou a resolução dos exercícios, ressaltando que, no caso de não haver nenhuma menção sobre pureza nos enunciados dos exercícios,

os estudantes deveriam considerar que o produto tinha pureza de 100%. Na solução dos problemas, o professor chamou a atenção para o que considerava as palavras-chaves dos enunciados: amostra e pureza. Começou recapitulando com os estudantes os passos a serem seguidos para resolver os exercícios de estequiometria: 1) equacionar e balancear a equação para a reação química envolvida; 2) consultar a tabela periódica, para certificarem-se das fórmulas químicas dos compostos; 3) verificar o que é perguntado (massa, quantidade de matéria etc.) para, dessa forma, saber que tipos de proporções serão usados; e 4) aguardar para fazer simplificações e arredondamentos no cálculo final do exercício.

Durante a resolução dos exercícios, o professor chamou a atenção dos estudantes quando os mesmos pareciam estar mais dispersos e envolvidos em conversas paralelas. Ao final da aula, o professor indicou os exercícios do livro-texto que deveriam ser resolvidos para praticar o conteúdo trabalhado e fixar o entendimento. Além disso, perguntou se há dúvidas sobre o que foi abordado na aula, orientou aos estudantes que organizassem seu tempo e sempre analisassem as questões dos problemas, porque não há apenas um método para resolução (não existe algo como uma receita a ser seguida sempre). O professor ressaltou mais uma vez a importância da monitoria e pediu que os estudantes procurassem o monitor, caso tivessem dúvidas, ou que o procurassem nos horários de atendimento. Além disso, ressaltou-se novamente a importância dos estudantes se organizarem e não deixarem a matéria acumular para ser estudada apenas próximo da avaliação.

Aula de Química na Escola 2

O Professor B entrou na sala e escreveu no quadro um lembrete a respeito da segunda avaliação bimestral, que seria dentro de uma semana. O conteúdo da avaliação abordaria os três capítulos trabalhados depois da primeira avaliação. Em seguida, perguntou aos estudantes sobre o que foi discutido na aula anterior, buscando lembrar e

manter a narrativa das atividades. Alguns estudantes pesquisaram nas anotações e responderam ao professor: “Classificação das substâncias nos sistemas”. O professor prosseguiu, então, com uma recapitulação sobre o que são substâncias simples e o que são substâncias compostas. Pediu que os estudantes anotassem os conceitos. A seguir, o professor solicitou a opinião dos estudantes a respeito de qual tipo de substância está presente em maior quantidade na natureza.

O professor incentiva os estudantes a trazerem observações do dia a dia para a sala de aula, oferecendo ponto extra para aqueles que trouxessem estes tipos de exemplificações. Escreveu no quadro a seguinte equação química: $H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + 1/2 O_2(g)$.

Foi solicitado aos estudantes que classificassem cada uma das substâncias envolvidas na reação como simples ou composta. O professor utilizou mais um exemplo, perguntando aos estudantes qual substância composta que eles conheciam e estava presente na água do mar. Os estudantes responderam sal. O professor, nesse momento, pediu que eles fossem mais específicos, porque o termo sal é genérico. Os estudantes reformularam a resposta dizendo que é o sal de cozinha. O professor complementou dizendo que este sal é o cloreto de sódio (NaCl).

Prosseguindo com o conteúdo, o professor informou aos estudantes sobre outro tipo de substância: as substâncias alotrópicas. O professor escreveu a definição no quadro e perguntou diretamente a um estudante se ele poderia dar um exemplo. Os estudantes continuavam a conversar muito entre si e, eventualmente, o celular de um deles tocou. Os estudantes começaram a “gritar” por causa desse evento, com a intenção de expor o colega. O professor não fez nenhum tipo de intervenção.

Continuando o tópico da aula, o professor colocou dois exemplos para substâncias alotrópicas no quadro: C (grafite) e C (diamante); O_2 (gás oxigênio) e O_3 (gás ozônio). O professor informou as diferentes propriedades das formas alotrópicas, destacando que o diamante é péssimo condutor de eletricidade, enquanto o grafite é bom condutor. A seguir, o

professor perguntou aos estudantes se eles tinham conhecimento sobre o uso do ozônio. Nenhum estudante se manifestou e o professor descreveu a aplicação do ozônio como bactericida em piscinas. Alguns estudantes falaram que essa informação era interessante e perguntaram se o professor iria cobrá-la na avaliação.

Sem resposta, o professor passou então para as diferentes maneiras de representação dos sistemas. Disse que há duas representações possíveis: 1) representação por modelos de esferas; e 2) representação por fórmulas químicas. O professor fez a representação de alguns sistemas no quadro e pediu que os estudantes classificassem as substâncias presentes em simples, compostas e alotrópicas, além de dizerem se o sistema era homogêneo ou heterogêneo. Durante essa parte da aula, o professor recapitulou as diferenças entre substâncias, misturas homogêneas e heterogêneas. Foram apontados questionamentos sobre as dificuldades para separar os componentes das misturas, se é mais fácil realizar a separação em sistemas homogêneos ou em sistemas heterogêneos. Por fim, o professor passou no quadro uma atividade para ser realizada em casa: *Propor um método para separar areia, cloreto de sódio e limalha de ferro*. Ao final da aula, foi solicitado que os estudantes mostrassem os cadernos para dar vistos e checar quem tomou nota da aula.

Resultados e Discussão

O questionário preparado para as entrevistas semiestruturadas foi elaborado de maneira a possibilitar a identificação das estratégias instrucionais utilizadas pelos professores, considerando as diferentes estruturas de sala de aula. A tabela 2 apresenta os aspectos de cada estrutura de sala de aula analisada. Essa organização foi proposta para delinear e explicitar as diferenças entre as atuações dos dois professores entrevistados. Cada estrutura será discutida separadamente a seguir, tentando sempre que possível fazer uma conexão entre o que foi observado nas aulas descritas anteriormente e as respostas dos professores nas entrevistas.

Organização das Atividades

O planejamento das atividades para a aprendizagem é um elemento central em sala de aula, por gerar percepções que influenciam na maneira como os estudantes se engajam no processo de construção do conhecimento científico e também como eles utilizam o tempo que possuem disponível para trabalhá-las. Atividades que envolvem variedade e diversidade são mais prováveis de resultar em maior engajamento dos estudantes. Isso é possível porque os estudantes percebem razões significativas para dedicarem tempo a tais atividades. As atividades

permitem, nesse sentido, que os estudantes desenvolvam um entendimento do conteúdo e aprimorem/ desenvolvam habilidades conceituais, procedimentais e atitudinais (ANTUNES, 2014). Pode ser apontado também que atividades com maior grau de variedade fornecem menos oportunidades para que os estudantes façam comparações de rendimento (AMES, 1992).

As atividades que incluem desafios e criam nos estudantes percepção de controle do processo ou do produto da aprendizagem geralmente atraem/ despertam o interesse. Isso pode ser atribuído a um propósito intrínseco à aprendizagem. As crenças de

Tabela 2. Estruturas da sala de aula e os aspectos considerados, de acordo com o questionário da entrevista.

Estrutura	Aspectos considerados
Atividades	1) Variedade e diversidade; 2) Razões e importância das atividades; 3) Desafio; 4) Esforço; 5) Componentes sociais; e 6) Tempo.
Avaliação	1) Critérios e métodos; 2) Frequência e conteúdo abordado; e 3) Aspectos gerais da avaliação.
Autonomia	1) Decisão e 2) Estabelecimento de prioridades, passo e método de aprendizagem.

Tabela 3. Atividades escolares, suas características e relações com as respostas dos professores à entrevista semiestruturada.

Aspectos das atividades	
Variedade e diversidade	Professor A: Adota abordagens de vários autores; Contextualização; Exemplos significativos e representativos. Professor B: Contextualização; Aplicações práticas; para anos iniciais: atividades mais simples, superficiais; para séries finais: atividades mais complexas.
Razões e importância das atividades	Professor A: Estudantes não veem razões imediatas da importância das atividades. Professor B: Nem todos estudantes percebem a importância das atividades.
Desafio	Professor A: Observar e discutir resultados de aulas práticas; compreendem questões de nível básico e nível complexo. Professor B: Depende do nível do estudante.
Esforço	Professor A: Valorização do esforço e da participação; Estudantes se preocupam com os resultados e são competitivos. Professor B: Valorização do esforço e da disposição; Estudantes se preocupam com resultados.
Componentes sociais	Professor A: Projetos e aulas práticas são realizadas em grupo; Atividades das aulas teóricas são realizadas individualmente; Estudantes decidem os membros das equipes de trabalho. Professor B: Estudantes não entendem o significado de trabalho em grupo; Estudantes decidem os membros das equipes de trabalho.
Tempo	Professor A: Planejamento é necessário; o tempo de aula pode ser insuficiente para trabalhar o conteúdo, caso não seja bem administrado. Professor B: Flexibilidade no quesito do tempo, devido à diversidade entre os estudantes em sala de aula.

que o esforço resulta em sucesso durante a realização das atividades podem gerar maior engajamento e empenho dos estudantes para a realização das atividades (AMES, 1992). A tabela 3 sumariza as respostas dos professores em relação a essa estrutura dentro de cada um dos aspectos apresentados na tabela 2.

Os dois professores buscam abordar os conteúdos da Química de forma contextualizada, com base na discussão trazida por SCAFI (2010), sendo que o Professor A tenta selecionar as abordagens de vários autores para propor exemplos significativos e representativos para os estudantes. Constatou-se, pela descrição da aula desse professor, que os exemplos apresentados para o conteúdo de pureza dos reagentes químicos no tópico de estequiometria são de fato representativos e necessários para trabalhar exercícios mais complexos. Ao abordar os exemplos propostos, o Professor A buscou deixar claro para os estudantes uma sequência de passos para a solução dos problemas, o que é interessante para indicar a necessidade de se desenvolver estratégias para a solução dos mesmos. Além disso, verificou-se que o professor se preocupou em contextualizar o conteúdo, sobretudo ao mencionar a soda cáustica e um acidente envolvendo tal produto. O Professor B, por sua vez, apresentou aplicações práticas (o que pode ser confirmado pelos exemplos utilizados durante a aula), mas possui preferência por exemplos mais simples e bastante recorrentes na área da Química. De acordo com o que foi apresentado anteriormente, estas duas abordagens podem influenciar positivamente a motivação, pois tem o potencial para atrair a atenção dos estudantes frente a necessidade de desenvolver estratégias e/ou despertar a curiosidade por meio da relação dos conteúdos com a vida cotidiana. Cabe destacar que grande parte dos professores acredita que contextualizar se limita apenas a inserir algo do cotidiano do estudante ao conteúdo ministrado em sala de aula. Entretanto, é importante compreender que o uso de fenômenos e substâncias presentes no dia a dia, por si só, não proporcionará uma aprendizagem que tenha significado real (SANTOS, 2007), sendo necessária uma

ampla discussão em sala de aula, de modo que a ideia não seja um mero exemplo sem contexto e significado concreto para os estudantes.

Assim, a tabela 3 permite entender também que, apesar dos esforços dos professores em contextualizar, os estudantes não perceberam de imediato a importância das atividades. Isso provavelmente diminui o tempo e o esforço que os mesmos dedicam para trabalhá-las. Os estudantes da Escola 1 possuem um adicional que os estudantes da Escola 2 não possuem: aulas práticas em laboratórios bem estruturados. O Professor A destacou que as aulas práticas constituem um desafio para os estudantes por demandarem deles organização e planejamento durante a aula. Os dois professores indicaram que valorizam e incentivam os estudantes a se esforçarem, destacando que o esforço pode levar ao sucesso.

Os dois professores destacaram também que os estudantes se preocupam mais com os resultados. O Professor A destacou ainda que os estudantes são altamente competitivos, buscam sempre obterem os melhores rendimentos e costumam fazer algumas comparações entre si. Para o caso dos estudantes da Escola 2, o Professor B reportou que observou muito poucas comparações entre os estudantes, mas que eles gostam de terem as notas divulgadas publicamente. Entretanto, foi observado durante a aula de entrega das avaliações que estudantes faziam muitas comparações de notas, uma vez que muitos se deslocavam pela sala de aula para perguntarem aos colegas as notas durante aquele tempo. Esse tipo de comportamento está de acordo com as metas de performance, quando os estudantes buscam reconhecimento público.

No que concerne ao aspecto do tempo, constatou-se que o Professor A buscou fazer um planejamento mais rigoroso, de maneira que fosse possível trabalhar o conteúdo programado para a aula. Além disso, o Professor A incentivava os estudantes a se organizarem e planejarem melhor, para não deixar o conteúdo acumular. Essa estratégia pode ser bem-sucedida por transmitir aos estudantes a ideia de que o professor espera que eles alcancem em um

determinado tempo e também os incentiva a monitorarem e desenvolverem estratégias de aprendizagem para não “ficarem para trás”. O Professor B, por sua vez, reporta ser mais flexível com o tempo (inclusive no momento de avaliação), por ter consciência de que os estudantes são diversos e apresentam capacidades de aprendizagem diferenciadas. Essa flexibilidade, entretanto, deve ser direcionada para não permitir que os estudantes entendam que esse é um meio para se esforçarem menos durante a realização das atividades.

Com relação aos componentes sociais das atividades, verificou-se que os estudantes da Escola 1 possuíam mais oportunidades para trabalharem em grupo, principalmente por terem aulas práticas que favoreciam a construção social do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades, como discutido por ANTUNES (2014). Os dois professores permitiram que os estudantes decidissem os membros das equipes, o que conferiu a eles autonomia e evitou eventuais conflitos que poderiam desmotivá-los durante a realização dos trabalhos em grupo.

Pode-se inferir que, com relação à estrutura de organização das atividades escolares, o Professor A utilizou estratégias instrucionais que se relacionavam mais com a emergência e o estabelecimento das metas de domínio entre os estudantes, enquanto o Professor B fez uso de estratégias que se enquadravam nos dois tipos de metas (de domínio e de performance). Verificaram-se indícios de que os estudantes, de acordo com o que foi reportado pelos professores, possuíam uma preocupação maior com o desempenho escolar (obter maiores notas, aprovação etc.) do que com o desenvolvimento de estratégias que garantissem a aprendizagem, o que se relaciona a padrões motivacionais característicos das metas de performance.

Avaliação

A segunda estrutura de sala de aula abordada nos questionários foi a avaliação. A maneira em que os estudantes são avaliados é um dos fatores mais importantes no que diz respeito à motivação. Práticas

avaliativas incluem critérios, métodos, frequência e conteúdo das avaliações. Assim como no caso das atividades escolares, as percepções que os estudantes possuem sobre as avaliações podem gerar diferentes padrões motivacionais.

Alguns aspectos das práticas avaliativas podem ocasionar efeitos prejudiciais à motivação dos estudantes. Comparações de rendimento, tal como divulgar as maiores e as menores notas, pode afetar a maneira como os estudantes se autoavaliam. As autoavaliações dos estudantes são geralmente negativas quando eles estão focados em obter melhores resultados que os demais colegas de classe. Por outro lado, quando os estudantes são orientados a se esforçarem e a participarem ativamente das atividades, as autoavaliações são normalmente positivas. Estudantes em salas de aula caracterizadas por avaliações e notas públicas podem vir a acreditar que lhes faltam habilidades e que são vistos pela turma como menos capazes e em comparação com os demais (AMES, 1984).

A tabela 4 apresenta as respostas obtidas nas entrevistas dos professores para a estrutura referente à avaliação dentro dos aspectos delineados anteriormente (tabela 2).

Os dois professores reportaram que o principal meio avaliativo consistia em aplicações de provas, sendo as questões desses instrumentos bastante diversificadas e, à medida do possível, contextualizadas. O Professor B sempre solicitava que os estudantes justificassem as respostas das questões (tanto objetivas quanto discursivas). Adicionalmente, o Professor A propunha avaliar como os estudantes trabalhavam nas aulas práticas e nos projetos extraclasse e buscava passar para eles a ideia de que as práticas avaliativas constituem momentos de aprendizagem, sendo que o erro poderia ocorrer em qualquer momento desse processo, devendo o raciocínio e o esforço serem sempre valorizados. O Professor B buscava avaliar a participação dos estudantes oferecendo pontos extras, tal como apresentado na descrição da aula na seção 3b: o professor oferecia pontos para os estudantes que trouxessem exemplos do cotidiano para compartilharem com

Tabela 4. Respostas dos professores nas entrevistas semiestruturadas para os aspectos da avaliação.

Aspectos da avaliação	
Critérios e métodos	<p>Professor A: Provas com questões discursivas e objetivas, geralmente questões contextualizadas; Avaliação de projetos e aulas práticas; Avaliação é momento de aprendizagem, valorização do esforço dos estudantes.</p> <p>Professor B: Avaliações por meio de provas, estudantes possuem oportunidades para corrigir as avaliações e possuem oportunidades de recuperação; avalia participação nas aulas; Questões de prova são diversificadas (discursivas e objetivas) e contextualizadas, sendo necessário que os estudantes forneçam justificativas em todos os itens.</p>
Frequência e conteúdo	<p>Professor A: Duas provas por bimestre, com conteúdo predeterminado.</p> <p>Professor B: Duas provas por bimestre com conteúdo predeterminado, mas podem existir modificações de acordo com a turma.</p>
Aspectos da avaliação	<p>Professor A: Diversidade de reações diante das provas; Provas marcadas com antecedência e os estudantes são orientados a manterem os estudos em dia; Estudantes comparam resultados; Estudantes desvalorizam atividades às quais não é atribuída nota.</p> <p>Professor B: Reações diante das provas variam de estudante para estudantes; Provas marcadas com antecedência e estudantes são lembrados de acordo com a proximidade das datas; Estudantes não fazem muitas comparações; Estudantes desvalorizam atividades às quais não é atribuída nota.</p>

a turma e também solicitava as anotações ao final da aula, para conferência de quem estava acompanhando o conteúdo apresentado.

As datas das provas dos dois professores eram pré-determinadas e divulgadas para os estudantes no início de cada bimestre. O Professor B, entretanto, reportou ser flexível e que eventuais modificações poderiam ocorrer de acordo com a turma. A definição das datas permitiria que os estudantes buscassem se programar e se tornarem conscientes da quantidade de conteúdo para cada prova. Dessa forma, seria possível desenvolverem as habilidades de automonitoramento, na medida em que os professores passassem as orientações para os estudantes manterem os estudos em dia. O Professor A reportou ter notado que os estudantes costumavam realizar comparações de rendimento entre si. Por outro lado, o Professor B não percebeu esse tipo de comportamento entre os estudantes. Para o caso da Escola 1, esse tipo de comportamento já era esperado, uma vez que o professor já havia notado que os estudantes são bastante competitivos, conforme descrito na seção 3a. Por outro lado, apesar de o Professor B reportar que não notava comparações de rendimento entre os estudantes, foi bastante óbvio, na primeira aula acompanhada (entrega das provas),

que os estudantes procuravam saber o desempenho dos colegas de classe na prova. Esse tipo de comportamento era esperado, sobretudo por estar de acordo com estratégias instrucionais dentro das metas de performance.

Os dois professores reportaram também que os estudantes desvalorizavam as atividades às quais não são atribuídas notas. Esse tipo de orientação se encaixa nas metas de performance, visto que os estudantes não se empenham para realizar as atividades sem a oferta de uma recompensa externa (pontos).

O Professor B apresentou estratégias instrucionais dentro da estrutura da avaliação condizentes com o desenvolvimento dos dois tipos de metas de aprendizagem (performance e domínio). Uma vez que o professor reporta que os estudantes já estão focados no rendimento, o uso de estratégias de performance pode ocasionar aumento da motivação extrínseca e desviar os estudantes das metas de domínio. O Professor A, por sua vez, fez uso de estratégias de ensino mais coerentes com as metas de domínio, as quais podem vir a ocasionar padrões motivacionais mais focados na aprendizagem (motivação intrínseca) e abandono/diminuição de comportamentos relacionados com a performance (motivação extrínseca).

Autonomia

Padrões motivacionais positivos (ou adaptativos) estão relacionados com ambientes de sala de aula em que os professores favorecem o desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Isso ocorre quando os professores articulam estratégias instrucionais diferenciadas e incluem os estudantes nas tomadas de decisões. AMES (1992) destaca que as opções oferecidas aos estudantes devem conduzir a escolhas baseadas no interesse e não em escolhas intencionadas a diminuir o esforço ou evitar fracassos.

A tabela 5 mostra que o Professor A procura incluir os estudantes nas decisões, mas deixando claro que as escolhas devem ser escolhas sensatas, visto que o professor está no comando e decidirá sobre a viabilidade de cada definição, de acordo com os objetivos da aula. O Professor B, por outro lado, prefere determinar as regras de acordo com o que acredita proporcionar os melhores resultados para as aulas. Os estudantes da Escola 1, de acordo com o Professor A, se envolvem com organizações estudantis e questões políticas que permitem a participação discente nos diferentes assuntos escolares. Esse tipo de atividade também influencia positivamente a motivação, porque favorece aos estudantes a possibilidade de terem um maior envolvimento com as questões institucionais.

Segundo o Professor A, os estudantes podem apresentar dúvidas a qualquer momento, visto que a sala de aula é um espaço de aprendizagem tanto

para o professor quanto para os estudantes. Esse tipo de estratégia cria um ambiente de aprendizagem agradável por transmitir a ideia de que erros podem acontecer e que a sala de aula é um ambiente de construção em que todos podem contribuir para o processo de mediação do conhecimento científico. Na Escola 1, os estudantes possuíam aulas práticas que permitiam o desenvolvimento das habilidades de automonitoramento e autogerenciamento, sendo eles os responsáveis por realizar os experimentos das aulas práticas, os quais demandam atenção e organização para garantir resultados satisfatórios e o entendimento dos procedimentos realizados e conceitos trabalhados.

Percebeu-se que os estudantes da Escola 1 eram mais direcionados ao desenvolvimento das metas de domínio. Isso acontecia tanto pelas estratégias instrucionais do Professor A quanto por outros aspectos físicos do ambiente escolar, visto que foi possibilitado aos estudantes a realização de aulas práticas e participação mais direta em eventos escolares, permitindo que os mesmos desenvolvessem a autonomia. Os estudantes da Escola 2, por sua vez, forma mais direcionados para as metas de performance, visto que o professor se considerava controlador e não incentivador da autonomia. Além disso, o fato do Professor B incentivar os estudantes a participarem, mas ser quem determina as regras no final, poderia influenciar negativamente na motivação por não deixar claro as expectativas em relação aos estudantes.

Tabela 5. Respostas dos professores para os aspectos da autonomia em sala de aula.

Aspectos da autonomia	
Decisão	<p>Professor A: Decisões tomadas de forma democrática, mas o professor deixa claro que está no comando, na coordenação; Estudantes possuem organizações e fazem reivindicações; Incentivo à participação por meio de discursos.</p> <p>Professor B: O professor determina as regras; Estudantes são orientados a se organizarem e expressarem suas opiniões.</p>
Estabelecimento de prioridades, passo e método de aprendizagem	<p>Professor A: Estudantes podem colocar as dúvidas a qualquer momento; todos estão em sala de aula para aprender, inclusive o professor; as aulas práticas permitem que os estudantes gerenciem e monitorem o desenvolvimento das atividades.</p> <p>Professor B: Estudantes são incentivados a participar e a buscar o entendimento; poucos estudantes possuem capacidade de organizar e gerenciar o tempo de acordo com suas prioridades.</p>

Conclusões e Implicações para o Ensino de Química e Ciências

Foi verificado que o Professor A utilizava estratégias instrucionais predominantemente coerentes com as metas de domínio para as três estruturas de sala de aula, visto que mantém claras as expectativas com relação aos estudantes, permitindo que os mesmos participassem das tomadas de decisões e focassem em aspectos significativos da aprendizagem. O Professor B não deixava tão evidente suas expectativas, permitindo, portanto, um enfoque maior nas metas de performance. Os padrões motivacionais inferidos para os estudantes da Escola 1 foram resultantes de uma combinação de padrões adaptativos e não-adaptativos (os dois tipos de metas de aprendizagem são enfocados pelos estudantes, ainda que haja predominância de estratégias instrucionais condizentes com as metas de domínio por parte do Professor A). Por outro lado, os estudantes da Escola 2 estavam mais voltados a desenvolverem padrões motivacionais dentro das metas de performance, devido às estratégias instrucionais utilizadas pelo Professor B. Uma atuação docente centrada nas metas de domínio poderia favorecer a diminuição dos padrões motivacionais não-adaptativos para os dois casos.

Por meio da comparação das estratégias instrucionais dos dois professores de Química em questão e os eventuais padrões motivacionais dos estudantes, foi possível verificar a abrangência educacional da teoria das metas de realização. Uma vez que a motivação é influenciada por aspectos contextuais que perpassam a mediação do conhecimento científico em sala de aula, é importante que os professores estejam cientes de como manipular as estruturas de sala de aula para ocasionar a emergência e/ou o desenvolvimento das metas de domínio entre os estudantes. Tais metas caracterizam-se por padrões motivacionais adaptativos que ajudam os estudantes a desenvolverem habilidades e competências necessárias à disciplina de Química.

O trabalho mostra, por meio da triangulação de dados entre os pesquisadores e as teorias analisadas,

que as estratégias instrucionais dos professores podem influenciar significativamente a motivação dos estudantes para a aprendizagem. Em trabalhos futuros, é importante buscar verificar como estratégias instrucionais focadas nas diferentes metas influenciam a motivação dos estudantes a longo prazo. Um trabalho longitudinal, com o acompanhamento de mais aulas e avaliando a variação da motivação dos estudantes, seria interessante para demonstrar a eficácia das estratégias de ensino e reforçar as diferenças que o foco em um ou outro tipo de meta pode ocasionar nos padrões motivacionais. Além disso, é importante que nos cursos de formação inicial e continuada de professores seja discutido como ocorre o processo de aprendizagem e a sua relação com as teorias sobre motivação, de modo a ser possível colocá-las em prática durante a mediação do conhecimento científico em sala de aula.

Referências

- ADLER, P. A.; ADLER, P. *Observational Techniques*. In: DEZIN, N. e LINCOLN, Y. S. (eds.). **Handbook of Qualitative Research**. Sage Publications. California: EE.UU, 1994. pp. 377-392.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. O Método nas Ciências Sociais. In: ALVES-MAZZOTTI, A. J. e GEWANDSZ-NAJDER, F. (eds.). **O método nas Ciências sociais e naturais: Pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2 ed. Pioneira. São Paulo: Brasil, 2001. 109-187.
- AMES, C. Achievement Attributions and Self-Instructions under Competitive and Individualistic Goal Structures. **Journal of Educational Psychology**, v. 76, n. 3, pp. 478-487. 1984.
- AMES, C. Classrooms: Goals, Structures, and Student Motivation. **Journal of Educational Psychology**, v. 84, n. 3, pp. 261-271. 1992.
- AMES, C.; ARCHER, J. Achievement Goals in the Classroom: Students' Learning Strategies and Motivation Processes. **Journal of Educational Psychology**, v. 80, n. 3, pp. 260-267. 1988.
- ANTUNES, M. T. **Ser Protagonista Química: Competências ENEM**. 1 ed. Edições SM Ltda. São Paulo: Brasil, 2014.

- BARLACH, L.; LIMONGI-FRANÇA, A. C.; MALVEZZI, S. O conceito de resiliência aplicado ao trabalho nas organizações. **Interamerican Journal of Psychology**, v. 42, n. 1, pp. 101-112. 2008.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora. Porto: Portugal, 1994.
- BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. O que é aprender. In: **Estratégias de ensino-aprendizagem**. 29. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2008.
- BORUCHOVITCH, J. D.; BZUNECK, J. A. **A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea**. 4 ed. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2009.
- CAETANO, A.; JANUÁRIO, C. Motivação, teoria das metas discentes e competência percebida. **Pensar a Prática**, v.12, n. 2, 2009.
- DESLAURIERS, J. P.; KÉRISIT, M. O delineamento de pesquisa qualitativa. In: POUPART, J. (ed.). **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2008. pp.127-153.
- DETTWEILER, U.; *et al.* Investigating the Motivational Behaviour of Pupils During Outdoor Science Teaching within Self-Determination Theory. **Frontiers in Psychology**, 6, 1-16. 2015. 10.3389/fpsyg.2015.00125
- ECCLES, J. S.; WIGFIELD, A. Motivational Beliefs, Values, and Goals. **Annual Review of Psychology**, v. 53, n. 1, pp. 109-132. 2002.
- FITA, E. C. O professor e a motivação dos alunos. In: **A motivação em sala de aula**. 8 ed. Edições Loyola. São Paulo: Brasil, 2009.
- GOTTFRIED, A. E.; FLEMING, J. S.; GOTTFRIED, A. W. Continuity of Academic Intrinsic Motivation from Childhood through Late Adolescence: A Longitudinal Study. **Journal of Educational Psychology**, v. 93, n. 1, pp. 3-13. 2001.
- GUIMARÃES, S. E.; BORUCHOVITCH, E. O estilo motivacional do professor e a motivação intrínseca dos estudantes: uma perspectiva da teoria da autodeterminação. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 17, n. 2, pp. 143-150. 2004.
- GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus Pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 22, n. 2, pp. 201-210. 2006.
- JOB, F. P. P. **Os sentidos do trabalho e a importância da resiliência nas organizações**. Tese Doutorado em Administração de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, Brasil, 2003.
- MAEHR, M. L.; MEYER, H. A. Understanding Motivation and Schooling: Where We've Been, Where We Are, and Where We Need to Go. **Educational Psychology Review**, v. 9, n. 4, pp. 371-409. 1997.
- MIZUKAMI, M. G. N.; *et al.* **Escola e aprendizagem da docência: processos de investigação e formação**. EdUFSCar, INEP, COMPED. São Carlos: Brasil, 2003.
- MORAN, J. A integração das tecnologias na educação. In: **A Educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 5 ed. Papyrus. Campinas: Brasil, 2013. 89-90.
- OTIS, N.; GROUZET, F. M.; PELLETIER, L. G. Latent Motivational Change in an Academic Setting: A 3-Year Longitudinal Study. **Journal of Educational Psychology**, v. 97, n. 2, pp. 170-183. 2005.
- PATRICK, B. C.; SKINNER, E. A.; CONNELL, J. P. What Motivates Children's Behavior and Emotion? Joint Effects of Perceived Control and Autonomy in the Academic Domain. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 65, n. 4, pp. 781-791. 1993.
- REEVE, J. **Understanding Motivation and Emotion**. 5 ed. Wiley. EE.UU, 2009.
- RYAN, R. M.; DECI, E. L. Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. **Contemporary Educational Psychology**, v. 25, n. 1, pp. 54-67. 2000.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, 1, pp. 1-12. 2007.
- SCAFI, S. H. F. Contextualização do ensino de Química em uma escola militar. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, pp. 176-183. 2010.
- SKINNER, E. A.; BELMONT, M. J. Motivation in the Classroom: Reciprocal Effects of Teacher

Behavior and Student Engagement Across the School Year. **Journal of Educational Psychology**, v. 85, n. 4, pp. 571-581. 1993.

SWARAT, S.; ORTONY, A.; REVELLE, W. Activity Matters: Understanding Student Interest in School Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 4, pp. 515-537. 2012.

TAPIA, J. A. Contexto, motivação e aprendizagem. In: **A motivação em sala de aula**. 8 ed. Edições Loyola. São Paulo: Brasil, 2009.

TURNER, J.; PATRICK, H. Motivational Influences on Student Participation in Classroom Learning Activities. **The Teachers College Record**, v. 106, n. 9, pp. 1759-1785. 2004.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2 ed. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 2009.





A PRESENÇA DO LÚDICO NO ENSINO DOS MODELOS ATÔMICOS E SUA CONTRIBUIÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM

The presence of ludic on teaching process of atomic models and its contribution on
teaching-learning process

Emerson de Lima Soares¹
Cátia Silene Carrazoni Lopes Viçosa²
Marli Spat Taha³
Vanderlei Folmer⁴

Cómo citar este artículo: Soares, E. de Lima,, Lopes, C. S., Spat M., Folmer, V. (2017). A presença do lúdico no ensino dos modelos atômicos e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 69-80. doi: 10.14483/23464712.10398.

Recibido: 10 de octubre 2016 / Aceptado: 17 de enero de 2017

Resumo

Este trabalho descreve os resultados de uma atividade lúdica desenvolvida com 29 alunos de uma escola da Rede Pública da cidade de Uruguaiana/RS. O foco principal da pesquisa foi avaliar a contribuição das atividades lúdicas no processo de Ensino aprendizagem na área de Ciências da Natureza. Para tanto, trabalhamos com uma turma de 8ª série em que abordamos o conteúdo relacionado aos modelos atômicos de forma lúdica, através da construção de maquetes dos referidos modelos. A coleta de dados foi realizada através da aplicação de pré e pósteste com perguntas relacionadas ao estudo das teorias atômicas, assim, utilizamos perguntas norteadoras para

1. Mestrando no PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde-UFSM; Cursa Especialização EAD em Educação Especial e Inclusiva-FAEL; Licenciado em Ciências da Natureza- Unipampa; Integrante do Grupo de Estudos em Nutrição, Saúde e Qualidade de Vida (GENSQ)/Unipampa, Brasil. Correio eletrônico: emersonsoareslima@hotmail.com
2. Mestranda no PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde-UFSM; Cursa Especialização EAD em Educação Especial e Inclusiva-FAEL; Licenciada em Ciências da Natureza- Unipampa; Integrante do Grupo de Estudos em Nutrição, Saúde e Qualidade de Vida (GENSQ)/Unipampa, Brasil. Correio eletrônico: catialopes00@hotmail.com
3. Mestranda no PPG Profissional de Ensino de Ciências, da Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé. Especialista em Educação em Ciências. Licenciada em Ciências da Natureza e Ciências – Lic. Curta. Professora da Rede Municipal de Educação de Uruguaiana/RS. Supervisora do subprojeto PIBID Ciências da Natureza. Integrante do Grupo de Pesquisa em Inovação Pedagógica na Formação Acadêmico-Profissional de Profissionais da Educação e Práticas Inovadoras (GRUPI) e do Grupo de Pesquisa Tuna – Gênero, Educação e Diferença, da Universidade Federal do Pampa, Brasil. Correio eletrônico:marlitaha@gmail.com
4. Pós doutorado em Bioquímica-Universidade de Lisboa/Portugal; Doutorado em Bioquímica/UFSM; Mestrado em Educação em Ciências-UFRGS; Graduado em Fisioterapia/UFSM e em Letras-Português/Universidade Paulista (UNIP); Docente Unipampa/Campus Uruguaiana; Coordenador do Grupo de Estudos em Nutrição, Saúde e Qualidade de Vida (GENSQ)/Unipampa, Brasil. Correio eletrônico: vanderleifolmer@unipampa.edu.br

compilar os dados. Os resultados demonstram que o uso de atividades lúdicas como recurso didático envolve os alunos na atividade e os aproxima dos conteúdos na área de Ciências da Natureza, tornando-os parte dela. Com a pesquisa concluímos ainda que, as atividades lúdicas aumentam o interesse dos alunos, a sociabilidade e são uma excelente ferramenta no auxílio ao docente.

Palavras chaves: aprendizagem, ciências da natureza, ensino de ciências, ludicidade.

Abstract

This paper describes results of a ludic activity developed with 29 students of a public school in the city of Uruguaiana/RS. The main focus of this research was to evaluate the contribution of ludic activities in teaching-learning process on natural science field. Therefore, we worked with an eighth grade class in which we approached the content related to atomic models in a ludic way, by building models of them. Data collection was performed by the application of pre and post test with questions related to the study of atomic theories, thus guiding questions were used to compile the data. Results demonstrated that the usage of ludic activities as a teaching resource engages students in activities and approximates them to contents of natural sciences field, making them part of it. From the survey we also concluded that ludic activities increase students' interest and sociability and are excellent tools on helping teachers.

Keywords: learning, natural sciences, science teaching, playfulness.

Introdução

Ao longo dos tempos a Ciência tem passado por processos de evolução, (re)descobertas que nos auxiliam na compreensão dos fenômenos da vida, sendo assim, não é acabada, mas construída diariamente; corroborando assim com POZO E CRESPO (2006 p. 20), quando dizem que; “[...] a ciência não é um discurso sobre ‘o real’, mas um processo socialmente definido de elaboração de modelos para interpretar a realidade”; diante do exposto, acreditamos que a ciência surge no sentido de auxiliar na interpretação da nossa realidade. O estudo sobre a matéria em sua maioria, aplicado nas escolas começa a partir do átomo, de seus modelos e interpretações, assim como sua constituição.

Para que os alunos entendam sobre a constituição da matéria, se faz necessário que aprendam sobre as teorias dos modelos atômicos e suas descobertas ao longo da história. A primeira teoria a ser proposta foi a da “bola de bilhar”, por John Dalton, que afirmava que a matéria era constituída por partículas, e que o átomo era uma esfera maciça, indestrutível, impermeável e não possuía carga alguma. Os estudos foram se aprofundando a procura de explicações mais concretas sobre o átomo, foi então que três novos modelos ganharam destaque, Thomson, Rutherford e Bohr.

O modelo de Thomson ficou conhecido como o modelo do “pudim de passas”, para ele o átomo era uma esfera não maciça com carga positiva e que nela encontravam-se cargas negativas estáticas que receberam o nome de elétrons. Rutherford através

de um experimento com uma folha de ouro fina, que foi bombardeada por partículas alfa, concluiu que no átomo existiam espaços vazios, as partículas atravessavam nesses espaços e desviavam em um núcleo. Para ele, o átomo era formado por um núcleo pequeno com carga positiva e ao seu redor os elétrons orbitavam, esse modelo ficou conhecido como “sistema planetário”. Já o modelo de Bohr, propôs que os elétrons orbitavam ao redor do núcleo com uma órbita bem definida, em que os elétrons estavam em espaços estacionários, de energia. Os elétrons tinham espaços para realizar saltos energéticos, de um estado de menor energia para um estado de maior energia, ao retornarem para seu estado inicial liberavam fótons.

O estudo desses modelos foi fundamental para o a Ciência e para o entendimento de como essas partículas formam a matéria. Para que os alunos tenham essa percepção é importante que entendam esses fundamentos de maneira significativa, o que não tem acontecido devido à complexidade do conteúdo. Cabe ao professor a tarefa de mediador do conhecimento em busca de dar significado à aprendizagem dos alunos, sendo necessário buscar alternativas diferenciadas para motivar os alunos e instigá-los a construir suas hipóteses.

HOBBSAWN traz que:

Ensinar ciências se relaciona com um projeto educativo que preconiza a formação da cidadania, da autonomia e do letramento científico-tecnológico, numa sociedade onde precisamos ser mais do que “aprendizes”, precisamos aprender a ser “feiticeiros”. (HOBBSAWN, 1991 p. 147)

Nesse sentido, a procura por novos métodos, uma maneira de tornar as aulas de química mais interessantes, se tornou um desafio, uma vez que seus conteúdos são muito abstratos e pouco atrativos para os alunos. Para afastar essa distância entre a relevância do conteúdo e o interesse em estudá-lo, as atividades lúdicas podem representar para o ensino de química uma mudança, uma estratégia de ensino que deve ser considerada.

Portanto, esse trabalho teve como objetivo identificar as aprendizagens construídas pelos alunos quando realizadas atividades lúdicas, assim como, perceber a contribuição que elas exercem na aprendizagem de conteúdos específicos.

Ensino-Aprendizagem dos Modelos Atômicos: Uma Breve Revisão

Imaginar o que não se pode ver é algo muito abstrato, que muitas vezes foge à nossa compreensão. Segundo EICHLER (2000), o átomo é um dos conceitos mais importantes em química, porém, análises feitas à abordagem dessa estrutura no ensino de química mostram sua inadequação e a necessidade de se elaborar novas metodologias para o seu ensino.

O estudo dos modelos atômicos tem sido abordado nas escolas de forma isolada, não se adequando a realidade dos alunos, aumentando a distância entre o conhecimento científico e o cotidiano. MORIN (2000) nos diz que, as disciplinas como estão estruturadas só servirão para isolar os objetos do seu meio e isolar partes de um todo, deixando claro que os conteúdos como são abordados seguem um padrão segmentado de ensino, afastando os alunos dos abjetos de aprendizagem. Nesse sentido, uma abordagem baseada na realidade do que se vive no dia-a-dia é de fundamental importância no processo de ensino-aprendizagem.

Em artigos publicados, HARRES (1999) e KÖHNLEIN E PEDUZZI (2002), indicam que as concepções dos professores são distorcidas, pois entendem as teorias como verdades absolutas, e isso acaba influenciando em suas maneiras de ensinar. Assim, eles acabam acreditando nas teorias como verdades estabelecidas e, conseqüentemente ensinam dessa forma.

Outras pesquisas indicam que tem pouca diferença na compreensão de professores e alunos da Educação Básica sobre determinadas teorias, pois os mesmos se baseiam apenas no que está escrito nos livros didáticos e no que aprenderam em suas graduações, não aprofundando seus conhecimentos sobre as mesmas, (KRUSE E ROEHRIG, 2005; MELO

E NETO, 2010). Desta forma, a falta de uma interpretação adequada sobre os modelos atômicos, por estudantes, faz com que, por exemplo, os mesmos atribuam ao átomo propriedades macroscópicas.

Em Portugal, na região de Aveiro, em pesquisa realizada com alunos, levantaram-se algumas questões acerca de seus entendimentos sobre o estudo dos modelos atômicos. Concluiu-se com a pesquisa que, o aluno entende que o átomo foi descoberto, e depois estudado, mas na verdade o átomo não foi descoberto, sua teoria que foi construída (MASKILL E JESUS, 1997).

Outro aspecto relevante é que o ensino das teorias atômicas a partir de conceitos teóricos e analogias tornam-se inviáveis se não levar em consideração a cultura da região. Para LOPES E MARTINS (2009) a “analogia necessita ser familiar ao aluno para que seja considerada um modelo de ensino útil”. Como o pudim de passas, já citado anteriormente, que para ele o átomo era uma esfera não maciça com carga positiva e que nela encontravam-se cargas negativas estáticas que receberam o nome de elétrons, ele é típico de Inglaterra, não faz parte da Cultura Brasileira e de muitos outros países, o uso de sua forma fica inviável a quem não o conhece.

Enfim, existem diversas publicações sobre métodos para ensinar a teoria dos modelos atômicos, o uso de materiais alternativos, hipermídia e analogias. Entre elas cita-se, Benite (2005) apresenta o computador no ensino de química: Impressões *versus* Realidade; CRESPO E GIACOMINI (2011), as atividades lúdicas no ensino de química: uma revisão da revista química nova na escola e das reuniões anuais da sociedade brasileira de química, e SANTANA E BRITO (2009), Atividades lúdicas como elementos mediadores da aprendizagem no ensino de ciências da natureza. A importância de estudar essas teorias é clara, porém, percebe-se a necessidade de inovar, adequar-se a realidade local, entender que existem particularidades que devem ser consideradas.

Na compreensão de BACHELARD (1971) é possível que o professor provoque rupturas em relação ao conhecimento cotidiano que o aluno traz,

modificando o foco em suas aulas, fazendo com que os alunos não permaneçam apenas no fato, no empírico. Então, a construção de conhecimentos químicos que servem como base para estudos posteriores e a aceitação em relação a essa disciplina devem ser repensados na tentativa de modificar o ensino unidirecional, ou seja, em que o professor fala e o aluno recebe a explicação passivamente.

O Lúdico como Função Educativa no Ensino de Ciências

Segundo análise feita por CRESPO (2010), em artigos publicados pelas revistas editadas pela Sociedade Brasileira de Química, as atividades lúdicas quando elaboradas e aplicadas, promovem com eficiência a construção do conhecimento. Para NILES E SOCHA (2014), as atividades lúdicas possuem valor educacional intrínsecas na área de ciências, podendo ser usado como recurso pedagógico contribuindo no processo de ensino aprendizagem. Destacando que dentre estas atividades, 11% representam a construção de materiais alternativos. Segundo CARVALHO, *et al.* (2013), uma possibilidade de diferenciação pedagógica é a utilização de recursos metodológicos que favoreçam a ludicidade, interatividade e a ligação dos conteúdos com aspectos cotidianos da vida dos alunos, como a brincadeira e a simulação computacional.

Assim, o lúdico está longe de ser uma atividade corriqueira sem nenhuma intencionalidade, segundo CABREIRA:

O lúdico pode ser utilizado como estratégia instrucional eficaz, pois se encaixa nos pressupostos da aprendizagem significativa, estimulando no aprendiz uma predisposição para aprender, além de favorecer a imaginação e o simbolismo como criação de significados, que facilitam a aprendizagem. (CABREIRA, 2007 s. p.)

Nos PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (1999), constam que o Ensino de Química “deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto

de processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas”. É necessário que o educando se veja como parte integrante dessa construção que é baseada na cultura de quem a constrói. É difícil aprender a partir de analogias, como a do modelo da “bola de bilhar” para quem não conhece bilhar, ou “pudim de passas” para quem nunca comeu um pudim de passas, ou não conhece um modelo “planetário” aprender sobre ele. Deve-se possibilitar uma interação entre o educando e os modelos a serem aprendidos, criando possibilidades de ensino e desmistificando-o por transmissão de conhecimento.

Sabendo que o processo de ensino-aprendizagem depende de sua intenção, deve-se ficar atento à maneira, o como e o porquê se deve ensinar. Trata-se de criar situações de aprendizagem organizadas para desenvolver competências e habilidades no contexto das disciplinas.

Concordando com NUNES E ADORNI que dizem que:

Em particular no ensino da química, percebe-se que os alunos, muitas vezes, não conseguem aprender, não são capazes de associar o conteúdo estudado com seu cotidiano, tornando-se desinteressados pelo tema. Isto indica que este ensino está sendo feito de forma descontextualizada e não interdisciplinar. (NUNES E ADORNI, 2010 s.p.)

Segundo KRASILCHIK (2004), a maneira unidirecional que é lecionada uma aula tradicional, gera o desinteresse dos alunos e conseqüentemente um baixo rendimento escolar, o que gera uma ineficiência no ensino.

A abordagem para o ensino de ciências deve propiciar possibilidades de reconhecimento da realidade que se esta inserido, visando fazer com que os alunos possam futuramente colaborar para o avanço da ciência, com estudos e pesquisas relacionadas a área. O ensino deve ser contextualizado, trazendo o aluno para sua realidade, possibilitando

a articulação de diversas áreas do conhecimento, e o lúdico como estratégia de ensino, pode facilitar essa compreensão da ciência.

Para fazer uma abordagem que seja significativa para o ensino de ciências permeando um enfoque interdisciplinar a partir da ludicidade, devemos perceber que o lúdico deve seguir um aspecto natural de promoção do conhecimento. Para CABRERA E SALVI (2005), os recursos lúdicos influenciam naturalmente o ser humano, que apresentam uma tendência à ludicidade, desde criança até a idade adulta.

Influências das Atividades Lúdicas na Aprendizagem

“A atividade lúdica, por si, é ação, e, como tal, implica em movimento, em construção. Na medida em que agimos ludicamente, criamos nosso mundo e a nós mesmos de forma lúdica” (LUCKESI, 2000 pp. 45).

Segundo SANTANA (2008):

O lúdico também pode contribuir para o aprendizado, pois além de ser prazeroso para o aluno, é a interpretação do contexto sócio-histórico refletido na cultura, agindo como um mediador da aprendizagem, cooperando significativamente para o processo de construção do conhecimento do aluno. (SANTANA 2008 citado em CASTRO E COSTA p. 4)

Assim como a ciência, pois para MARTINS (2010):

A ciência faz parte da nossa cultura. Não é um conhecimento a parte, isolado. Em função disso, termos como energia, calor, força, massa, tempo, espaço, matéria, átomo, molécula, espécie, substância, evolução, corpo, movimento, ambiente, teoria, experiência, entre outros, estão presentes não apenas nos diálogos travados em laboratório, mas em diversas situações cotidianas envolvendo qualquer um de nós. (MARTINS, 2010 p. 13)

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) BRASIL (1998):

[...] o estudo das Ciências Naturais de forma exclusivamente livresca, sem interação direta com os fenômenos naturais ou tecnológicos, deixa enorme lacuna na formação dos estudantes. Sonega as diferentes interações que podem ter com seu mundo, sob orientação do professor. Ao contrário, diferentes métodos ativos, com a utilização de observações, experimentação, jogos, diferentes fontes textuais para obter e comparar informações, por exemplo, despertam o interesse dos estudantes pelos conteúdos e conferem sentidos à natureza e à ciência que não são possíveis ao se estudar Ciências Naturais apenas em um livro. (BRASIL, 1998 p. 27)

O aprender através do lúdico pode ser uma atividade ativa que foge do convencional e propicia um prazer em aprender, desde que essas atividades tenham uma intencionalidade clara na sua execução, criando um novo saber. Corroborando com ALMEIDA quando diz que: “[...] A educação lúdica é uma ação inerente na criança e aparece sempre como uma forma transacional em direção a algum conhecimento, que se redefine na elaboração constante do pensamento individual em permutação constante com o pensamento coletivo” (1995 p.11). Ou ainda:

A educação lúdica contribui e influencia na formação da criança, possibilitando um crescimento sadio, um enriquecimento permanente, integrando-se ao mais alto espírito democrático enquanto investe em uma produção séria do conhecimento. A sua prática exige a participação franca, livre, crítica, promovendo a interação social e tendo em vista o forte compromisso de transformação e modificação do meio. (ALMEIDA, 1995 p.41)

NEGRINE (1994), SANTANA E REZENDE (2008) nos dizem que, as atividades lúdicas contribuem no desenvolvimento global da criança e que suas dimensões estão intrinsecamente vinculadas, assim, estas atividades não colaboram com a memorização, mas com a sua reflexão.

Ludicidade refere-se entre outros as dinâmicas de grupo e brincadeiras, que, de acordo com VYGOTSKY (1984):

A brincadeira cria para as crianças uma “Zona de desenvolvimento proximal” que não é outra coisa senão a distância entre o nível atual de desenvolvimento, determinado pela capacidade de resolver independentemente um problema, e o nível atual de desenvolvimento potencial, determinado através da resolução de um problema sob a orientação de um adulto ou com a colaboração de um companheiro mais capaz. (1984 p. 97)

As publicações sobre atividades lúdicas nos últimos tempos vêm sendo crescente, indicando que a ludicidade aumenta o interesse dos alunos principalmente nas aulas de química, estimulando a aprendizagem e auxiliando no aspecto disciplinar.

Assim, estudar os modelos atômicos de forma lúdica e contextualizada explorando conceitos químicos, físicos e biológicos, poder ser uma maneira de fugir a fragmentação do ensino, principalmente na área de Ciências da Natureza. Para FREIRE (1996): Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para sua produção ou a sua construção, ou ainda: “Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”.

As representações lúdicas facilitam para as crianças o ato de interpretar, reproduzindo situações que elas já conhecem, porém reelaboradas. O brincar, criar, é diretamente ligado ao aprender e caminhando nessa esteira de conhecimento em busca de uma educação que utilize processos pedagógicos através da ludicidade criando possibilidades para aprender conteúdos específicos pode ser determinante para o processo de ensino-aprendizagem.

Percurso metodológico

A pesquisa foi realizada com 29 alunos de uma turma de 8ª série de uma escola pública da cidade de Uruguai/RS que está localizada em um bairro da periferia e atende a alunos de classe média baixa.

Para tanto tomamos como referência as aprendizagens construídas pelos alunos durante a atividade, em que foram submetidos a um pré-teste, que caracterizamos como uma avaliação diagnóstica e, um pós-teste caracterizado como procedimento de avaliação. Nesse sentido, em termos de comparação, o pré e pós-teste nos permitiram avaliar a eficácia da aprendizagem dos conteúdos relacionados aos modelos atômicos a partir de uma atividade lúdica.

Assim para o desenvolvimento da pesquisa os sujeitos participantes foram classificados de "A1" à "A29". Os alunos em questão fazem parte da turma denominada na escola como turma Vermelha, pois a escola adota cores para identificar salas de aulas, visando minimizar as diferenças existentes culturalmente entre turma com terminação um, dois, três, etc.

O estudo realizado foi de maneira lúdica, em que utilizamos analogias e construímos maquetes dos modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford. Durante a pesquisa seguimos os três momentos pedagógicos conforme DELIZOICOV E ANGOTTI (1992). No primeiro momento a problematização do conhecimento, para isso realizamos discussões sobre os conceitos prévios que os alunos tinham sobre os modelos atômicos. No segundo momento que prevê a organização do conhecimento, realizamos o planejamento e a execução das atividades de ensino, além da montagem dos modelos atômicos. E no terceiro momento, da sistematização do conhecimento, encerramos com uma discussão sobre a importância do que foi estudado, o porquê foi estudado, assim como os conhecimentos construídos pelos alunos ou novos saberes.

A primeira etapa da pesquisa foi aplicar um pré-teste com perguntas relacionadas a atividades lúdicas e aos modelos atômicos para que tivéssemos uma noção dos conhecimentos prévios dos alunos e seu entendimento em relação ao assunto. A segunda etapa foi o desenvolvimento das atividades e, para tanto, foram utilizadas três aulas, com duas horas de duração cada uma. A primeira aula foi utilizada para discutir cada um dos modelos atômicos e a partir desta discussão idealizar a construção de maquetes dos modelos discutidos.

A proposta idealizada foi para que a construção das três representações dos modelos atômicos fosse realizada com materiais simples e de baixo custo, entre eles arame, massa de modelar e argila.

Durante o processo de construção dos modelos atômicos discutimos alguns dos conceitos que estão relacionados ao átomo, sua descoberta e evolução, procurando esclarecer todas as dúvidas que emergiram no decorrer da atividade lúdica. Nesse momento os alunos se mostraram bastante interessados e participativos, e já pudemos perceber a potencialidade da atividade na construção social, pois o trabalho em grupo foi bem significativo na interação entre os colegas de sala.

Para a sistematização do conhecimento foi realizada outra atividade lúdica, um jogo de perguntas e respostas denominado Quiz Atômico. Para esse jogo os alunos foram divididos em dois grupos e elaboraram perguntas que foram entregues aos pesquisadores. A partir daí as perguntas foram realizadas e o grupo oponente teve a oportunidade de responder, em casos de erro o direito de resposta retornava ao grupo que elaborou a pergunta.

Após a sistematização do conhecimento, realizamos o encerramento das atividades e, nessa etapa da pesquisa foi aplicado o pós-teste, assim, a partir dos resultados obtidos utilizamos algumas perguntas norteadoras e fizemos uma análise qualitativa-quantitativa, seguindo as orientações de BARDIN (1977). O autor considera que na análise quantitativa o que serve de informação é a frequência com que surgem certas características do conteúdo, e na análise qualitativa é a presença ou a ausência de uma dada característica, num determinado fragmento de mensagem que é tomado em consideração.

As perguntas norteadoras foram elaboradas pelos pesquisadores no intuito de tentar responder o que propunha a pesquisa, assim, nos questionamos sobre o entendimento dos alunos a respeito das atividades lúdicas, o átomo e a composição da matéria, além de buscar identificar a capacidade dos mesmos em esboçar os modelos atômicos apresentados durante a pesquisa.

Resultados e Discussões

A tabela 1 a seguir indica o desempenho dos alunos no pré e no pós-teste realizado, e os resultados demonstram um índice satisfatório no desenvolvimento, visto que as porcentagens aumentaram consideravelmente após o desenvolvimento da atividade.

Com relação ao entendimento dos alunos sobre as atividades lúdicas, os resultados do pré-teste foi de 15 alunos, passando para 24 no pós-teste, demonstrando que os alunos entenderam do que se trata uma atividade lúdica. A respeito de seus entendimentos sobre o átomo, no pré-teste o número de alunos que tinham esse entendimento era de 3 e esse número aumentou consideravelmente no pós-teste para 21. Quando indagados sobre o fato de que toda matéria é composta por átomos e que a matéria cicla pelo sistema, o resultado do pré-teste revelou que 3 dos alunos tinham esse entendimento prévio, após a atividade esse número passou para 19.

Quanto a fazer um esboço dos modelos atômicos o aumento no número de alunos que conseguiram realizar a atividade foram os maiores da pesquisa, pois no pré-teste, apenas 2 dos alunos conseguiram fazer um esboço, mesmo que de apenas um dos modelos atômicos a ser estudado. Após a atividade o número de alunos que conseguiu realizar a tarefa aumentou consideravelmente para 18.

Os resultados expostos nesta tabela são todos considerados satisfatórios, visto que o entendimento dos alunos aumentou consideravelmente quando comparado ao inicial após a realização da atividade, o que deixa claro que as atividades lúdicas podem sim ser um mecanismo facilitador da aprendizagem. Assim, concordamos com o pensamento de FREIRE (1975), quando nos diz que, o aluno não deve ser um mero receptor dos conhecimentos, deve ser ativo durante todo o processo de construção do saber.

No ensino de ciências, as aulas devem ser interessantes e proporcionar ao aluno a possibilidade de participação, para que assim, dessa forma, ele possa construir seu próprio conhecimento acerca da ciência. SANTANA, et. al. (2010) considera o lúdico uma metodologia de ensino capaz de estabelecer ações integradas e articuladas que visam uma aprendizagem crítica e reflexiva. PIAGET (1998) diz que a atividade lúdica é o berço obrigatório das atividades intelectuais da criança, sendo, por isso, indispensável à prática educativa.

Nesse sentido, entendemos que adotar as atividades lúdicas como práticas educativas, pode ser uma alternativa facilitadora da aprendizagem e na mediação do conhecimento de conteúdos específicos. Essa atividade ainda nos permite pensar em ações educativas que possibilitem uma relação construtiva entre a escola, o aluno e o lazer, aliando suas vivências no processo de aprendizagem.

Tabela 1. Desempenho dos alunos.

Pergunta norteadora	Pré-teste			Pós-teste		
	Sim	Não	Não responderam	Sim	Não	Não responderam
Tinha entendimento sobre o que são atividades lúdicas?	15	14	0	24	4	1
Tinha entendimento sobre o átomo?	3	26	0	21	4	4
Tinha entendimento que toda matéria é composta por átomos e que a matéria cicla pelo sistema?	3	25	1	19	7	3
Conseguiu fazer um esboço dos modelos atômicos?	2	22	5	18	6	5

Fonte: Tabela elaborada pelos autores.

Percebemos com a pesquisa as dificuldades dos alunos em aprender sobre os modelos atômicos, pois a forma como eles são ensinados não favorece a aprendizagem, visto que, eles não vêem o átomo como parte de sua realidade. O estudo desses modelos nos anos finais do Ensino Fundamental é um primeiro momento que eles estão tendo contatos com esses conteúdos e para isso novas metodologias de ensino devem ser adotadas a fim de auxiliar sua compreensão. Assim, a introdução de conteúdos de difícil compreensão será facilitada com desenvolvimento de estratégias de ensino e resolução de problemas, pois o aluno terá autonomia na tomada de decisões e na significação de conceitos.

A criação mental para muitos conteúdos não permite ao aluno entender o mundo invisível, e isso requer métodos de ensino que busquem fomentar seus interesses e os façam sentir-se desafiados a aprenderem.

O uso de atividades lúdicas como recurso didático envolve os alunos na atividade e os aproxima dos conteúdos na área de Ciências da Natureza, tornando-os parte dela. Aprender Ciências a partir da memorização pode se tornar inviável, pois essa aprendizagem pode ser passageira, já a partir da construção de modelos científicos significa oportunizar ao aluno a possibilidade de reconhecimento, pois desse modo ele constrói seu próprio conhecimento.

Abaixo expomos as imagens dos modelos construídos pelos alunos na atividade realizada.



Figura 1. Modelo de Rutherford.

Fonte: própria.



Figura 2. Modelo de Thomson.

Fonte: própria.



Figura 3. Modelo de Dalton.

Fonte: própria.



Figura 4. Maquete dos modelos atômicos.

Fonte: própria.

Considerações finais

A partir dos resultados podemos concluir que as atividades lúdicas, que envolvem o aluno no processo de construção do conhecimento podem ser consideradas uma aliada no desenvolvimento da aprendizagem. Embora o número de alunos que deixaram de responder algumas das perguntas no pós-testes tenham sido consideravelmente elevado, os dados obtidos deixaram claro a eficácia da atividade lúdica.

Acreditamos que a pesquisa trata de uma parte fundamental da Ciência, que deve ser ensinada desde os anos iniciais, assim os modelos mentais poderão se tornar concretos, facilitando seu entendimento. O aluno ao chegar ao Ensino Médio se depara com os conteúdos tanto de física, química e biologia, e estes envolvem o estudo dos modelos atômicos. Com o desenvolvimento das atividades diferenciadas eles terão em mente suas representações e isso facilitará sua interpretação sobre tais fenômenos.

Entendemos que esta atividade pode ser considerada um caso isolado e que, aplicá-las em sala de aula nem sempre é possível visto que os educadores não dispõem de tempo necessário para o seu planejamento, porém, uma alternância seria uma opção a ser pensada na busca de melhorias na educação. Acreditamos em uma mudança de postura, e que o uso de atividades lúdicas no ensino de ciências sempre que possível pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem além de colaborar significativamente para interação social entre os sujeitos envolvidos. Ressaltamos ainda que essa atividade poderá ser desenvolvida como forma de inclusão para alunos com deficiência visual, pois facilita a partir de sua construção o entendimento de suas estruturas, RAZUCK E GUIMARÃES (2014).

Muitas pesquisas na área apontam que essas atividades são realizadas basicamente no Ensino Médio, porém este estudo deve começar logo nos anos iniciais, familiarizando o aluno com a ciência e os modelos a serem aprendidos. Nesse sentido, convidamos a uma reflexão sobre o papel do educador e sua abordagem sobre os conteúdos específicos em sala de aula em qualquer ano da Educação Básica.

Esperamos continuar a pesquisa, trabalhando a partir da construção dos modelos atômicos os conteúdos específicos de cada disciplina, diferenciar a metodologia, de maneira que os mesmos construam seus modelos a partir dos seus conhecimentos prévios. Buscar um aprender participativo com pesquisa coletiva, em que o aluno encontre possibilidades de relacionar os conteúdos específicos da área de Ciências da Natureza com sua realidade. Além disso,

continuar a pesquisa nos servirá como produção de referencial teórico e como sugestões de atividades didáticas que podem ser desenvolvidas no âmbito escolar. Percebemos que somente a partir do planejamento e conscientização da necessidade de diferenciar a abordagem nas aulas em que os modelos atômicos são ensinados trará um bom resultado ao que se propõe ensinar.

Referências

- ALMEIDA, P. N. de. **Educação Lúdica: Técnicas e jogos pedagógicos**. Loyola. São Paulo: Brasil, 1995.
- ARAÚJO, M. C. P.; CUNHA, P.; PIZZATO, M. C. **Lições do Rio Grande, projeto professor nota 10**. Total Editora Ltda. Porto Alegre: Brasil, 2009.
- BACHELARD, G. **A epistemologia**. Edições 70. Lisboa: Portugal, 1971.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70. Lisboa: Portugal, 1977.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia, Ministério da Educação. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. In: **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: Brasil, 1999. p. 110.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília : MEC/SEF, 1997. p. 126.
- BAZZAN, A.C.; PASCOAL, S. G. **Situação de estudo como possibilidade concreta de ações coletivas interdisciplinares no ensino médio -ar atmosférico**. In: ATAS DO III ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC). Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC). Org: MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M.; COSTA, S. P. São Paulo. (atas online). Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iiienpec/Atas%20em%20html/o118.htm#o118>>. 2001.
- BENEDETTI FILHO, E.; *et al.* Palavras Cruzadas como Recurso Didático no Ensino de Teoria Atômica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 2,

- pp. 88-95. 2009. <http://www.qnesc.sbg.org.br/online/qnesc31_2/05-RSA-1908.pdf>.
- CABREIRA, W. B.; SALVI, R. F. A ludicidade no Ensino Médio: Aspirações de Pesquisa numa perspectiva construtivista. In: **ATAS DO V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**. Bauru, Brasil. 2005.
- CABREIRA, W. B. A ludicidade para o ensino médio na disciplina de biologia: Contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa. pp. 158. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil. 2007. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=45338.
- CASTILHO, D. L.; SILVEIRA, K. P.; MACHADO, A. H. As aulas de Química como espaço de investigação e reflexão. **Química Nova na Escola**, n. 9, pp. 14-17. 1999.
- CARVALHO, C. M. de; *et al.* O Lúdico No Ensino De Física: A Brincadeira E A Simulação Computacional Como Recursos No Ensino-Aprendizagem. In: XX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF 2013). v. 1, pp. 1-7. São João Del Rei, Universidade Federal de São João del-Rei. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/atas/listaresumos.htm>>.
- CRESPO, L.C.; GIACOMINI, R. **AS ATIVIDADES LÚDICAS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA REVISÃO DA REVISTA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA E DAS REUNIÕES ANUAIS DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goitacazes: Brasil, 2011.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. Cortez. São Paulo: Brasil, 1992.
- EICHLER, M.; *et al.* Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. **Química Nova**, 23. 2000. Disponível em: 2014, <<http://quimicanova.sbg.org.br/qn/qnol/2000/vol23n6/18.pdf>>.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 2 edição. Editora Paz e Terra. Rio de Janeiro: Brasil, 1987.
- HOBSBAWN, E. J. **A Era dos extremos: Uma Breve História do Século XX**. 10 edição. Tradução Marcos Santarrita. Companhia das Letras. São Paulo: Brasil: 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**, v. 4, n. 3, pp. 197-201. 1999.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4 edição. Universidade de São Paulo. São Paulo: Brasil, 2004.
- KISHIMOTO, T. M. **O jogo e a educação infantil**. Pioneira. São Paulo: Brasil, 1996.
- KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a concepção empirista-indutivista no ensino de ciências. In: VIII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA – EPEF. Águas de Lindóia/SP. 2002. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/viii/PDFs/PA3_01.pdf>.
- KRUSE, R. A.; ROHRIG, G. H. A Comparison Study: Assessing Teachers' Conceptions with the Chemistry Concepts Inventory. **Journal of Chemical Education**, v. 82, n. 8, p. 1246. 2005.
- KULLOK, M. G. B. **Relação Professor – aluno: Contribuições à prática pedagógica**. Editora Da Universidade Federal de Alagoas. Maceió: Brasil, 2002.
- LUCKESI, C. C. Educação, ludicidade e prevenção das neuroses futuras: uma proposta pedagógica a partir da Biossíntese. In: LUCKESI, C. C. (org.). **Ludopedagogia – ensaios 1; educação e ludicidade**. Gepel. Salvador, Brasil, 2000. PP.1-17. Disponível em: <<http://www.luckesi.com.br/artigoseducacaoludicidade.htm>>.
- MALDANER, O. A.; *et al.* **Por que utilizar Jogos Educativos no Processo de Ensino Aprendizagem?** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Brasil, 2003.
- MARTINS, A. F. P. Palavras, Textos & Contextos. In: Pavão, A C (coord.). **Ciências: ensino fundamental**. Coleção Explorando a Ciências, v. 18.

- Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília: Brasil, 2010. pp. 11- 24.
- MASKILL, R.; JESUS, H. P. Asking Model Questions. **Education in Chemistry**, v. 32, n. 5, pp. 132-134. 1997.
- MORIN, E. **Os Sete Saberes necessários à Educação do Futuro**. 2 edição. Cortez. São Paulo: Brasil, 2000.
- NEGRINE, A. **Aprendizagem e desenvolvimento infantil**. Propil. Porto Alegre: Brasil, 1994.
- NUNES, A. S.; ADORNI, D. S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos. In: ENCONTRO DIALÓGICO TRANSDISCIPLINAR ENDITRANS. Vitória da Conquista, Brasil. Educação e conhecimento científico. 2010. pp. 1-7.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências– do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 edição. Artmed. Porto Alegre: Brasil, 2006.
- RAZUCK, C. S. R; GUIMARÃES, L. B. O desafio de ensinar modelos atômicos a alunos cegos e o processo de formação de professores. **Revista Educação Especial**. v. 27, n. 48, pp. 141-154. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/viewFile/4384/pdf>>.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação. Departamento Pedagógico. **Referenciais Curriculares do Estado do Rio Grande do Sul**. Ciências da Natureza e Suas Tecnologias e Secretaria do Estado da educação. Porto Alegre: Brasil, 2009.
- SANTANA, E. M. de; REZENDE, D. de. B. O Uso de Jogos no ensino e aprendizagem de Química: Uma visão dos alunos do 9º ano do ensino fundamental. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, v. 14, pp. 1-10, Curitiba. Universidad Federal de Paraná. <<http://quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0125-1.pdf>>. 2008.
- SOUCHA, C. ; NILES, R. P. J. A importância das atividades lúdicas na educação infantil. **ÁGORA: Revista de divulgação científica**, v. 19. n. 1, pp. 80-94. 2104. Disponível em: <http://www.profala.com/arteducesp178.htm>.
- MORAES, E. y REZENDE, D. **Atividades lúdicas como elementos mediadores da aprendizagem no ensino de ciências da natureza**. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1007-1011. 2009. Disponível em: <<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1007-1011.pdf>>.
- SOARES, M. H. F. B. **O lúdico em Química: jogos e atividades aplicados ao ensino de química**. UFScar. São Carlos: Brasil, 2012.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 1984.





EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: ECO-EVO-DEVO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES E PESQUISADORES

Biological evolution: ECO-EVO-DEVO in initial teachers and researchers education

Thais Benetti de Oliveira¹
Fernanda da Rocha Brando²
Ana Maria de Andrade Caldeira³

Cómo citar este artículo: Oliveira, T.B., Rocha, F., Andrade, A.M. (2017). Evolução biológica: eco-evo-devo na formação inicial de professores e pesquisadores. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 81-98.
doi: 10.14483/23464712.10847.

Recibido: 19 de agosto 2016 / Aceptado: 17 de marzo de 2017

Resumo

A epistemologia é uma área que fornece aportes para reflexão sobre a natureza e construção dos conhecimentos. No que é referente às Ciências Biológicas, o conceito de evolução é entendido como um eixo integrador dessa Ciência e, portanto, deve representar a integração das diversas áreas da Biologia. Um estudo epistemológico sobre evolução permite que identifiquemos uma abordagem recente de pesquisa denominada ECO-EVO-DEVO, a qual apresenta um sincronismo entre desenvolvimento, organismo e ambiente no processo evolutivo e na constituição da diversidade fenotípica. Entendemos que é de ostensiva importância que essa abordagem seja discutida durante a Formação Inicial de professores e pesquisadores em Ciências Biológicas e, portanto, pretendemos investigar meios de representá-la como uma forma a facilitar sua inserção na sala de aula. Para a realização desta investigação, organizamos um Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia (GPEB) onde foram propostas discussões acerca da evolução biológica a partir dessa abordagem. Desta forma, este artigo é sistematizado por meio de três principais eixos: 1) as características do conhecimento biológico integrado; 2) a epistemologia como parte

1. Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho - Campus Bauru (FC-UNESP). Av. Luís Edmundo Carrijo Coube, s/n, Vargem Limpa. Bauru, SP - Brasil. CEP: 17033-360. E-mail: thabenetti@fc.unesp.br
2. Departamento de Biologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FFCLRP-USP). Av. Bandeirantes, 3900, Monte Alegre. Ribeirão Preto, SP - Brasil. CEP: 14040-901. E-mail: ferbrando@ffclrp.usp.br
3. Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho - Campus Bauru (FC-UNESP). Av. Luís Edmundo Carrijo Coube, s/n, Vargem Limpa. Bauru, SP - Brasil. CEP: 17033-360. E-mail: anacaldeira@fc.unesp.br

fundamental à didática da biologia; 3) o GPEB como um espaço formativo por meio do qual pôde-se obter dados empíricos acerca de possibilidades de didatização do conhecimento biológico e 4) a proposição de diagramas para representar o percurso conceitual da abordagem integrada da evolução. Assim, um estudo aprofundado sobre as compilações contemporâneas acerca da ECO-EVO-DEVO e da pluralidade de processos que envolvem a evolução biológica, as discussões no GPEB e a elaboração de diagramas decorrentes da organização conceitual engendrada pelos participantes do grupo formam estratégias metodológicas que permitiram exemplificar caracterizações sobre a integração dos níveis biológicos no processo evolutivo. A partir desses artefatos metodológicos, é possível traçar o caminho do processo de desenvolvimento conceitual pelo grupo no que se refere à evolução sobre uma perspectiva integrada.

Palavras chaves: didática da biologia, formação inicial, evolução biológica.

Abstract

Epistemology is an area that allows reflections about nature and construction of knowledge. In what is referred to Biological Sciences, the concept of evolution is understood as unifier axis of this science and therefore should represent the integration of various Biology's areas. An epistemological study of evolution allows us to identify a recent approach of research called ECO-EVO-DEVO, which shows the integration among development, organism and environment in evolutionary process and constitution of phenotypic diversity. We understand that is the ostensible importance that this approach is discussed in the Teacher Training on biological sciences and therefore, intend to investigate means of representation of integrated and pluralistic perspective of biological evolution as a way of "didatizar" this approach and facilitate insertion in the classroom. To accomplish this research, we organized a group of Biology's Epistemology research (GPEB) which were proposed discussions on the biological evolution from that approach. Thus, this article is systematized through three main points: 1) the characteristics of the integrated biological knowledge; 2) epistemology as a fundamental part of the teaching biology; 3) GPEB as a formative space by which one can obtain empirical data about "didatização" possibilities of biological knowledge and 4) the proposition of diagrams to represent the conceptual path of the integrated evolution approach. Thus, a depth study of contemporary compilations about the ECO-EVO-DEVO and the plurality of processes involving biological evolution, GPEB's discussions and the elaboration of diagrams arising from the conceptual organization engendered by group participants form methodological strategies that allowed exemplify characterizations on the integration of biological levels in the evolutionary process. From these methodological artifacts, you can trace the path of conceptual development process by the group in relation to the evolution of an integrated perspective.

Keywords: didactic of biology, teacher training, biological evolution.

Introdução

A evolução biológica é apresentada por muitos autores como o eixo unificador da Biologia e, portanto, é necessário que a explicação desse conteúdo contemple o caráter integrado das Ciências Biológicas. Embora a dimensão genética (mutação, deriva genética, alteração da frequência gênica nas populações) e a seleção natural sejam relevantes para as intercorrências evolutivas, a teoria evolutiva contempla em suas dimensões filosófica, epistemológica e empírica uma perspectiva pluralista, a partir da qual, os níveis ontogenético, genético, organizmático e ecológico são considerados tanto individualmente como a partir das relações permanentes e constantes que exercem uns sobre os outros.

Esse pluralismo irroga a existência de diversos mecanismos operando de modo complementar no processo evolutivo. Não se pode pensar na expressão fenotípica como resultado único dos genes herdados. O ambiente, por exemplo, apresenta um amplo repertório de possibilidades para geração de fenótipos, tais como: a sazonalidade, o tipo de alimentação, a presença de predadores, entre outros.

Essa compilação epistemológica dispôs, a partir da década de 1970, algumas objeções candentes aos pressupostos conceituais consolidados pela Teoria Sintética e engendrou campos de pesquisas referentes ao conhecimento evolutivo cujo conteúdo endossa a ação sincrônica dos fatores biológicos no processo evolutivo: a Evo-Devo e a Eco-Evo-Devo.

O presente estudo pretende fornecer contribuições didáticas e epistemológicas para uma abordagem integrada do conhecimento biológico no que se refere ao conteúdo evolutivo. Tem como objetivos discutir a representação do pensamento biológico referente à evolução, tendo como ferramentas/artefatos metodológicos um Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia (GPEB) e diagramas representativos que indicam um percurso didático para abordagem desse conceito em cursos de Ciências Biológicas.

Para a explanação da pesquisa, quatro eixos serão tratados: 1) as características do conhecimento

biológico integrado; 2) a epistemologia como parte fundamental da didática da biologia; 3) o GPEB como um espaço formativo por meio do qual pôde-se obter dados empíricos acerca de possibilidades de didatização do conhecimento biológico e 4) a proposição de diagramas para representar o percurso conceitual da abordagem integrada da evolução.

A integração do conhecimento biológico: Por que abordar o processo evolutivo sob uma perspectiva pluralista?

Os estudos referentes à Biologia Evolutiva ainda apreendem uma série de questões empíricas e teóricas pouco descritas ou incompletas que, certamente, incidem no quadro epistemológico e filosófico da Biologia, enveredando um contexto de refutações, debates e diálogos epistêmicos. Essa incompletude, que por ora, reflete em hiatos conceituais, é decorrente, também, da falta de uma abordagem integrada entre as áreas das Ciências Biológicas quando são explicados os processos evolutivos e do avanço da pesquisa empírica que traz incorporações resolutas ao quadro teórico consolidado.

Se, de fato, a Biologia é uma ciência integrada e a evolução o eixo integrador do conhecimento biológico (BIZZO, 1991; CICILLINI, 1997; MEGLIORATTI, 2004), decorre disso que a evolução deva ser compreendida a partir da integração entre diversas áreas tais como: genética de populações, biologia molecular, ecologia, paleontologia, embriologia, entre outras. Muito do que ainda não fora entendido sobre os processos evolutivos reside no estudo das relações entre organismo, gene e ambiente.

Os dados apresentados na pesquisa realizada por OLIVEIRA E CALDEIRA (2013) e OLIVEIRA (2015) mostram considerações relevantes no que se refere a nossa preocupação sobre a Epistemologia da Biologia Evolutiva Contemporânea.

A pesquisa fora realizada em dois contextos distintos: no Grupo de Pesquisa em Epistemologia da

Biologia (GPEB⁴) e junto a duas turmas de alunos de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade estadual paulista que já haviam cursado a disciplina de “Evolução”. Os resultados abarcam as concepções sobre evolução biológica dos alunos, indicando alguns pontos a serem considerados na sistematização deste artigo.

Uma das dificuldades conceituais expostas pelos alunos esteve centrada na concepção de que os organismos estão maximamente “adaptados” aos ambientes desde que estejam se reproduzindo e alimentando-se e, portanto, seriam resultados de uma seleção natural que atuou em um rol máximo de variações. Dentre todas as possibilidades possíveis fenotipicamente, a seleção “escolheria a melhor”, já que o organismo seria capaz de realizar atividades vitais (fundamentais e suficientes para sua sobrevivência) e, portanto, estaria perfeitamente adaptado. Essa constatação pressupõe a existência de concepções equivocadas sobre a relação entre adaptação e nicho ecológico.

Outra relação identificada nas concepções dos alunos foi entre as ideias de adaptação e “economia da natureza”, como uma associação à restrição morfológica da ontogenia devido ao provável gasto energético que esse morfotipo proporcionaria caso fosse concebido. Ou seja, atribuíam a inexistência de alguns fenótipos ao gasto energético que proporcionariam ao indivíduo portador caso fossem viáveis.

Assim, o entendimento da relação organismo/ambiente é fundamental para a compreensão sobre como essa relação atua nos caminhos evolutivos. O papel “ecológico” precisa ser abordado de forma mais integrada aos níveis de organismo e genético, já que, embora pouco tratado na Síntese Moderna, seja bastante mencionado nas argumentações dos alunos e exerce efeitos significativos na origem de alterações e inovações fenotípicas.

A inserção da ecologia, mais especificamente do papel do ambiente nas questões evolutivas, é parte relevante do debate atual sobre a biologia evolutiva. Tanto para o Darwinismo quanto para a Teoria Sintética, o ambiente foi, tradicionalmente, estabelecido como um agente seletor que atua na evolução adaptativa eliminando ou fixando fenótipos (e seus alelos) e, conseqüentemente, moldando uma população segundo as pressões impostas pelas interações bióticas e abióticas entre os organismos e o meio. A ênfase imputada ao papel seletivo do ambiente preteriu, dentro das explicações evolutivas, a ação ambiental exercida durante os processos de desenvolvimento no que é alusivo à indução da variação fenotípica (LOFEU; KOHLSDORF, 2015).

Como argumentado por PIGLIUCCI (2007), há uma lacuna dentro do quadro conceitual da Síntese Moderna sobre a questão ecológica, que é referida “fortuitamente” quando para fomentar a origem e configuração das pressões seletivas.

Considerações acerca do impacto das (re) análises epistemológicas de conceitos específicos são particularmente relevantes quando envolvem teorias que integram diferentes áreas do conhecimento em Biologia, como é o caso da Teoria Evolutiva. Perguntas como “De que maneira o ambiente influencia processos ontogenéticos? ”; “Como mudanças ambientais determinam a origem de novos fenótipos? ” e “Como a evolução da ontogenia afeta o ambiente?” (re) posicionam o papel do ambiente dentro das concepções teóricas da Evolução.

Embora, a Evo-Devo, particularmente, possa contribuir de modo bastante efetivo para o esclarecimento de muitas questões referentes à evolução, para que esse processo seja entendido de forma pluralista e integrada, outros fatores devem, também, ser inseridos nessa releitura. A partir da inserção da Ecologia, mais especificamente do papel do ambiente na geração de novos fenótipos, a Evo-devo

4. Este grupo iniciou suas atividades em novembro de 2006 e é formado por graduandos do curso de Ciências Biológicas, Mestrandos e Doutorandos em Educação para Ciência. Tem sido espaço pertinente ao desenvolvimento de teses de Doutorado (MEGLHIORATTI, 2009; BRANDO, 2010; ANDRADE, 2011; MARICATO, 2012; OLIVEIRA, 2015), além de projetos de iniciação científica. O ponto em comum entre as pesquisas realizadas é a preocupação com a dimensão epistemológica e didática dos conceitos biológicos na formação inicial.

incorporou essa dimensão biológica e, então, uma área denominada Eco-Evo-Devo tem se consolidado e apresenta-se pertinente ao conhecimento atual referente à evolução biológica, além de receber forte suporte empírico nos últimos anos e representar uma articulação processual evidente entre as diferentes dimensões que caracterizam objetos de estudo da Biologia (MÜLLER, 2007).

A Eco-Evo-Devo é uma área de estudo cujo propósito está em explicar a plasticidade característica do genótipo, ou seja, como a ação gênica pode gerar diferentes fenótipos dependendo de quais condições estão presentes no ambiente, permitindo uma mudança na trajetória do desenvolvimento do embrião em decorrência da imposição ambiental (GILBET E EPEL, 2009). SULTAN resumiu o status moderno da Eco-Devo em uma recente revisão:

“Eco-devo” examina como os organismos se desenvolvem em determinados ambientes e objetiva fornecer um quadro integrado para a investigação do desenvolvimento nesses contextos ecológicos. Eco-Devo não é uma simples “reembalagem” dos estudos sobre plasticidade com um novo nome... Enquanto os estudos sobre plasticidade são referentes às análises da genética quantitativa e da seleção fenotípica para examinar os resultados do desenvolvimento e sua evolução como características adaptativas, Eco-Devo inclui um foco explícito nos mecanismos moleculares e celulares da percepção ambiental e da regulação gênica subjacentes a essas respostas e como esses padrões de sinalização operam em indivíduos, populações, comunidades e táxons genética/ ecológica-mente distintos. (2007 p. 575)

Na maioria das interações do desenvolvimento, o genoma fornece instruções específicas, enquanto o ambiente é permissivo. Isto quer dizer que os genes determinam quais estruturas serão produzidas e a única exigência do ambiente é que essa estrutura não perturbe o processo de desenvolvimento (GILBET E EPEL, 2009). Na maioria das espécies, há circunstâncias no desenvolvimento em que o ambiente dita as instruções e o genoma é meramente

permissivo. Nesses casos, o ambiente determina qual tipo de estrutura é feita- mas o repertório genético tem que ser capaz de construir essa estrutura. A habilidade genética de responder aos fatores ambientais tem que ser herdada, claro, mas nesses casos, é o ambiente que direciona a formação do fenótipo específico (GILBET E EPEL, 2009).

A plasticidade fenotípica explica muito bem essa questão. Por exemplo, o comprimento do chifre do macho em algumas espécies de besouros é determinado pela quantidade e pela qualidade do alimento que a larva come antes da metamorfose. O limite superior e inferior da norma de reação também é uma propriedade do genoma que pode ser selecionada. Espera-se que diferentes espécies de besouros sejam diferentes quanto a direção e quantidade de plasticidade que eles são capazes de expressar (GILBET E EPEL, 2009).

Atualmente, há um interesse na plasticidade como uma causa e não apenas como uma consequência da evolução fenotípica. A plasticidade do desenvolvimento, ou plasticidade fenotípica, é tradicionalmente entendida como característica geneticamente determinada em indivíduos, que podem evoluir sob seleção natural ou deriva genética. Nessa perspectiva, a plasticidade seria uma condição que promove, em ambientes variáveis, a evolução adaptativa em comparação aos organismos com fenótipos não plásticos (CESCHIM, OLIVEIRA E CALDEIRA, 2016).

Segundo EHRENREICH E PFENNIG (2015), nas primeiras etapas de processos evolutivos que envolvem plasticidade fenotípica, o sistema sensorial do indivíduo detecta informações sobre seu ambiente externo. Posteriormente, o sinal detectado pelo sistema sensorial é traduzido em uma resposta molecular no nível bioquímico, alterando as atividades dentro das células. No caso de organismos multicelulares, essa informação pode ser transmitida em outros lugares no corpo por meio de sinais mediados por hormônios. E finalmente, nas células, órgãos ou tecidos-alvo haverá uma resposta que altera o fenótipo.

Para PIGLIUCCI, MURREN E SCHLICHTING (2006) a plasticidade é de suma importância, pois

permite a sobrevivência inicial do organismo sob novas condições ambientais. Porém, em condições ambientais pouco variáveis, uma característica anteriormente plástica pode passar por canalização, ou seja, por perda de plasticidade. Por exemplo, a perda de um sítio de ligação para um fator de transcrição condicionalmente ativo pode eliminar a sensibilidade de um gene para o ambiente (EHRENREICH E PFENNIG, 2015).

Em consonância, GILBERT, BOSCH E LEDÓN-RETTIG (2015 pp. 611) apontam para três principais pontos a serem analisados na plasticidade fenotípica: 1) a plasticidade pode fornecer variação fenotípica por meio das quais os animais podem enfrentar desafios ambientais tais como mudanças climáticas; 2) a plasticidade pode facilitar a construção de nicho, processo pelo qual um organismo ativamente altera seu ambiente e 3) a plasticidade do desenvolvimento pode gerar fenótipos ambientalmente induzidos que podem ser assimilados no genoma e passar a se comportar como traço herdável.

O estudo dos genomas notabilizou a ideia de que os mecanismos de expressão e operação gênica não obedecem a critérios herméticos de instruções bioquímicas para fazer células e que a essa operacionalização- a partir da qual haverá ligamento e desligamento de determinadas sequências nucleotídicas- tem grande impacto da produção dos fenótipos dos organismos. Os genomas são verdadeiros “palimpsestos” complexos, resultantes da ação cumulativa de vários processos genéticos, evolutivos e demográficos (JOBILING *et al.*, 2004). São também entidades dinâmicas que evoluem rapidamente ao longo do tempo (LYNCH, 2007). Desde a variação dos nucleotídeos nas sequências do DNA, até à variação da expressão dos genes, da regulação da cromatina, dos padrões de splicing alternativo e de recombinação, e aos (re)arranjos cromossômicos, são muitas as camadas de complexidade dos genomas que dificultam a sua comparação entre espécies (MARQUES-BONET *et al.*, 2009).

FRANCIS (2015 pp. 51) pontua que o ambiente interno da célula é influenciado externamente por outras células do organismo, que podem ser

próximas ou não. O interior da célula também pode sofrer influências de fatores externos ao organismo, como interações sociais. Segundo o autor “um dos motivos pelos quais a guerra e outras formas de trauma têm efeitos psicológicos tão duradouros é a capacidade de desencadear alterações epigenéticas causadoras de mudanças de longo prazo na regulação gênica” (FRANCIS, 2015 p. 52).

O mecanismo epigenético de regulação gênica mais estudado é a metilação (adição de um grupo metila ao DNA), que tem efeito inibidor na expressão do gene. A metilação não é efêmera, pois o grupo metila tende a continuar no DNA mesmo quando replicado antes da divisão celular (FRANCIS, 2015 p. 67) e “quanto mais inicial for o estágio de desenvolvimento em que ocorre a metilação, mais pronunciados e generalizados serão seus efeitos” (FRANCIS, 2015 p. 68).

O autor explica que além da metilação do DNA, as histonas desempenham um papel importante na regulação da expressão gênica, pois em geral, a interação histona-DNA é mais frouxa em regiões de genes de ativa síntese proteica. Diferentes níveis de ligação histona-DNA são viabilizados por alterações bioquímicas na histona, como por exemplo, a metilação que pode bloquear a expressão gênica. Os padrões de metilação de histonas também podem ser transmitidos quando a célula é dividida (FRANCIS, 2015 p. 84-85).

Manter uma etiologia genética na determinação do fenótipo, à custa da complexidade da interação ambiente e desenvolvimento foi crucial para a construção de uma visão unificada da evolução. Foi apenas com essa constrição de fatores ambientais e ontogenéticos que o tratamento matemático foi possível e, então, os geneticistas de populações puderam checar as deduções da genética mendeliana e fazer profecias quantitativas (REINBERG, 2007).

Sozinha, a informação genética contida no núcleo das células não pode, diretamente, produzir a diferenciação dos muitos tipos de células em um organismo multicelular. As células interagem entre si e essa interação revela instruções sobre os modos de diferenciação de cada célula. Os sinais moleculares

chamados de fatores parácrinos são liberados por um conjunto de células e induzem mudanças na expressão genética nas células adjacentes a elas. Essas células adjacentes (ou vizinhas) que adquiriram, recentemente, características próprias, produzem seus próprios fatores parácrinos, os quais podem mudar a expressão genética de sua vizinhança as vezes, incluindo as células que originalmente induziram a mudança nelas mesmas (GILBET E EPEL, 2009).

Essa simultaneidade processual pode ser constatada em vários fenômenos biológicos. O resultado de cada processo é mediado por uma rede complexa e intrincada de relações cuja interdependência não está restrita apenas aos níveis observáveis do fenômeno. Por exemplo, o fenótipo, comumente é associado unicamente à expressão de uma sequência de nucleotídeos do DNA, que só poderia ser alterada por uma mutação. Lê-se uma sequência inalterada por outros fatores, que, após ser transcrita e traduzida sempre originará um produto fixo, pré-determinado. Será mesmo que nossas características são resultado de uma sequência que se expressa da mesma maneira a revelia de qualquer outro fator? Será que esses processos sucessivos de leitura e expressão de uma sequência de bases nitrogenadas viabiliza a transformação daquela massa celular indistinguível e genérica em organismos totalmente distintos; com sistemas e células com funcionalidades tão específicas? Será que todo processo ocorre dentro de um espaço hermético e não pode ser infringido por qualquer outro mecanismo biológico? Ou ainda por fatores abióticos?

A biologia moderna revelou complexidade em vez de simplicidade e mostrou que redes intrincadas de reações químicas impelem a reprodução, a herança, a sensação, o movimento, o pensamento e todas as coisas que a vida faz (RUTHERFORD, 2014).

Para muitos, pode ser uma surpresa descobrir que o ambiente externo afeta os genes, modulando sua atividade. O efeito gênico do ambiente não é direto. As influências ambientais são mediadas por alterações nas células em que os genes residem. Diferentes tipos de células reagem de forma diversa ao mesmo fator

ambiental. Por sua própria natureza e, apesar do fato de os genes de todas as células do corpo serem os mesmos, os efeitos ambientais são sempre específicos para cada tipo de célula. (FRANCIS, 2015 p. 21).

A plasticidade fenotípica, por exemplo, é um mecanismo que possibilita a observação de uma relação explícita entre a variação fenotípica, a seleção natural e interferência ambiental. A plasticidade implica que a seleção pode operar em vários estágios da ontogenia e isso fornece uma chave explicativa para as circunstâncias em que as populações reagem rapidamente às condições de mudanças ambientais (MULLER, 2007).

Devido à ocorrência da plasticidade nas vias do desenvolvimento, um fenótipo variante poderia surgir. Sob essa ótica, novos fenótipos poderiam surgir a partir da variação genética presente na população sem que, necessariamente, um novo alelo com efeitos fenotípicos aparecesse, de modo que o ambiente em que um organismo se desenvolvesse passasse a atuar não apenas como agente seletor da variação existente, mas também como elemento indutor da variação fenotípica. Embora a participação dos fatores ambientais no desenvolvimento não implique, necessariamente, em cenários de surgimento de novos fenótipos ou inovação das vias de desenvolvimento, o ambiente exerce, de fato, um papel efetivo nas diversas fases ontogenéticas dos organismos (LOFEU, KOHLSDORF, 2015).

Essa compilação epistemológica e empírica que analisa as relações e papéis dos genes, dos organismos e do ambiente no processo evolutivo é prove-niente, por exemplo, do avanço das pesquisas na área da Embriologia, as quais forneceram dados significativos referente ao modo de operação da expressão gênica e a maneira por meio da qual esse processo originaria novas formas orgânicas. A existência de um “kit de ferramentas” comum aos organismos distantes filogeneticamente fundou a ideia de que o mais importante para a diversidade não é o conteúdo ou a quantidade de variedade sequencial do kit de ferramentas genéticas de um animal e sim, o modo de operação dessa sequência.

A construção das formas depende da ativação e desativação de determinados genes em diferentes momentos e posições ao longo da embriogênese. Logo, as diferenças na forma também surgem de alterações evolutivas de determinados genes nesses locais e momentos, sobretudo daqueles que afetam o número, o formato ou o tamanho de uma estrutura. As diversas maneiras por meio das quais um gene pode ter sua utilização alterada criam uma enorme variedade nas arquiteturas corporais e na organização de cada estrutura (CARROL, 2006). JABLONKA E LAMB (2010) argumentam que as sequências gênicas operam de formas diferentes dependendo do que é “ligado” e “desligado” ao longo da sequência nucleotídica considerada. A sincronização espaço-temporal e a influência do ambiente (seja externo ou interno) na expressão genica afeta esse padrão de ligamento e desligamento de genes, o que poderá culminar em diferenças morfológicas conspícuas, mesmo quando tratamos de sequências idênticas.

Diferentes animais usam os mesmos genes em tempos e lugares diferentes no desenvolvimento, resultando em formas corporais também distintas. Isso é possível porque cada um dos genes envolvidos no processo de desenvolvimento pode ter vários interruptores diferentes. Isso permite que um mesmo gene seja usado em tempos e lugares distintos, porque conjuntos diferentes de proteínas capazes de acionar ou desligar os genes do desenvolvimento estão presentes em diferentes momentos e em diferentes tecidos em formação. (EL-HANI E MEYER, 2009 p. 3)

Embora, durante muitos anos, o gene fora o elemento central das pesquisas empíricas e entendido como uma parte do DNA capaz de codificar um produto funcional, a ação gênica é resultado, também, da interação e sincronização complexas, dinâmicas e imprevisíveis em espaços e tempos específicos, subjacentes tanto à dimensão ontogenética quanto à ecológica. Essa ideia mantém a centralidade dos processos genéticos na teoria evolutiva, mas apreende uma concepção epistemológica mais ampla e integrada (OLIVEIRA, 2015).

Trata-se de uma reformulação epistemológica na forma de entender o fenômeno biológico, uma vez que uma função não é encontrada em genes particulares, seja no DNA ou no RNA, mas em redes comunicativas, informacionais, encontradas nos sistemas vivos (KELLER, 2005). A expressão gênica é um processo contexto-dependente atrelado a uma sincronização espaço-temporal, que pode resultar em fenótipos bastante distintos, mesmo quando se refere a uma sequência nucleotídica semelhante ou idêntica. A crucialidade da ação gênica está no modo como os genes são usados, na regulação da expressão gênica. É notório o entendimento de que a molécula de DNA e toda perspectiva genética é parte necessária da rede das interações orgânicas, mas não é suficiente para, sozinha, determinar todas as características do organismo ou dos caminhos evolutivos.

É importante que essa complexidade caracterizada pelas contribuições e discussões epistemológicas acerca da integração dos fenômenos biológicos seja conteúdo abordado nos cursos de Formação Inicial por meio de uma didática específica que contemple essas questões. Este trabalho, portanto, sugere alguns diagramas que possam representar o caminho didático-metodológico a ser seguido por um professor que pretenda trabalhar a partir dessa integração.

Nosso anseio é que possamos contribuir para que essas questões defendidas até aqui possam ser discutidas nas salas de aula de formação de professores ou pesquisadores em Ciências Biológicas.

A epistemologia como parte fundamental da didática da biologia

Os objetos de estudo da biologia aparentam ter funcionalidades distintas devido ao distanciamento espacial entre os níveis biológicos (célula/gene; organismo e ambiente). Dificilmente, imaginar-se-ia a intrincada rede processual em que esses níveis estão envolvidos. Fala-se de uma ciência integrada e sistêmica, mas constituída por objetos pertencentes a dimensões (macro ou micro) espaciais tão diferentes

que essa caracterização parece impossível de ser observada, principalmente nas aulas teóricas de Ciências ou Biologia. Esse é o âmago das objeções por ora apresentadas: ao falar-se de uma ciência integrada, precisa-se identificar o que, em termos conceituais, de objetos biológicos, de processos, permitem que a Biologia seja assim caracterizada.

CALDEIRA (2009) aponta alguns questionamentos consonantes à preocupação elencada acima:

Os alunos concluintes do curso de graduação em Ciências Biológicas que anseiam a pesquisa e/ou ensino como atividade profissional, apreenderam o processo de construção epistemológica da Biologia? São capazes de entender como essa ciência é constituída e como evolui conceitualmente? Exemplificam e versam sobre os obstáculos epistemológicos historicamente superados? Conseguem descrever a natureza desse conhecimento? (p.74)

Essas perguntas são parte da reflexão acerca da estrutura dos cursos de Ciências Biológicas, mais especificamente sobre as áreas da Didática e Epistemologia da Biologia e de quais habilidades do pensar os alunos precisam adquirir para possibilitar uma atuação reflexiva em suas profissões. A Didática e a Epistemologia apresentam-se como áreas de pesquisas potenciais para investigar sobre como determinadas habilidades cognitivas podem ser trabalhadas para que a Formação Inicial apresente consistência conceitual e metodológica (CALDEIRA, 2009).

Para que o estudante de Ciências Biológicas aprenda a área de conhecimento biológico, é preciso do entendimento que “a Ciência é tanto uma atividade (aquilo que os cientistas fazem) quanto um corpo de conhecimento (aquilo que os cientistas sabem)” (MAYR, 2008 p. 48). Esse entendimento nem sempre acontece facilmente já que os cursos de graduação abordam o que DUSCHL (2007) denominou de forma final da ciência, ou seja, as disciplinas das áreas biológicas têm como pressupostos científicos o que, atualmente, os pesquisadores de Botânica, Zoologia, Citologia, Fisiologia, Ecologia,

entre outros, aceitam para definir seus objetos de estudo (CALDEIRA, 2009).

CHEVALLARD (1991) considera a transposição didática como o trabalho de transformar um objeto de saber em um objeto de ensino. O processo de transposição didática é necessário uma vez que a estrutura e o funcionamento do saber educacional são diferentes da estrutura e funcionamento do saber acadêmico. Um saber a ser ensinado deve, portanto, passar por alterações que o transformem em objeto de ensino. Tais transformações são necessárias para que esse elemento do saber possa ser ensinado (FRANZOLIN, 2007).

FORQUIN (1992) considera que a educação escolar não realiza uma seleção de saberes e materiais culturais disponíveis em um determinado momento na sociedade. Para torná-los mais acessíveis e disponíveis para as novas gerações, seria necessária a realização de um trabalho de reorganização, reestruturação. A ciência produzida nas áreas científicas específicas (por exemplo, a pesquisa em evolução, em genética, em biologia molecular) não é diretamente comunicável ao aluno, mas necessita da intervenção de dispositivos mediadores (FRANZOLIN, 2007).

O conhecimento científico tal como é produzido está subordinado a processos de mediação didática. Essa mediação pode ser realizada, por exemplo, a partir de textos didáticos. Dessa necessária didatização originam-se os traços morfológicos e estilísticos característicos dos saberes escolares, como a predominância de valores de apresentação e clarificação, a preocupação da progressividade, a importância atribuída à divisão formal, os comentários explicativos, entre outros (FRANZOLIN, 2007).

GIL PÉREZ (1993) relata sobre a necessária aproximação das atividades de aprendizagem de conhecimentos científicos à maneira a partir da qual esses conhecimentos são produzidos e/ou construídos, fundamentada, principalmente, na compreensão da natureza da ciência e em uma sólida formação teórica. Essa formação sólida dentro de um campo científico específico pode ocorrer por meio da relação entre os pressupostos epistemológicos de um

conceito e seus aspectos práticos; articulação que pode ser consolidada pela inserção do indivíduo em grupos de pesquisas.

MALDANER (2004) argumenta, a partir de uma análise em grupos de pesquisa formados por alunos de graduação e professores em exercício cujo objetivo fora a integração de conteúdos que o acompanhamento das atividades deixa evidente que o perfil representado pelo grupo vai delineando peculiaridades “preocupações específicas, necessidades de formação, saberes e compreensões” (MALDANER, 2004 p. 8) sobre as problemáticas propostas, além da criação de uma autonomia de pesquisa. Ou seja, propiciam que os participantes formem-se como pesquisadores/ professores.

A formação de grupos de pesquisa com alunos de graduação e professores em atuação em cursos de Formação Inicial já apresenta resultados significativos na formação de profissionais da área de ensino. As discussões propostas nos grupos devem contemplar tanto a formação didática e conceitual dos alunos, quanto à sondagem como pesquisador. A maioria dos alunos de cursos de Ciências Biológicas, mesmo em cursos de Licenciatura, não sabem como as áreas de Filosofia, Epistemologia e Didática podem apresentar questões potenciais para pesquisa e colaborar com o Ensino de Biologia e com o desenvolvimento do corpo teórico de uma ciência.

As disciplinas que compõem a grade curricular dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas cumprem a função de apresentar os domínios do conhecimento Biológico e de permitirem que os alunos conheçam o nível de especialização alcançado em cada área específica. No entanto, esse trabalho disciplinar não garante, na maioria das vezes, que os alunos adquiram um nível satisfatório de organização de pensamento. (CALDEIRA, 2009 p. 83)

Na formação básica, os alunos, dificilmente, são incentivados a questionar, discutir e problematizar por meio do conhecimento biológico. Encontram-se, em muitas escolas, projetos de estudos sobre temas biológicos ligados às questões sociais. No entanto,

esses projetos não são ou necessariamente configuram espaços de reflexão discente e, na maioria das vezes, os alunos estabelecem ligações superficiais entre conceitos biológicos e os determinantes socio-políticos, econômicos ou éticos (CALDEIRA, 2009).

A disciplina de Didática poderia ser organizada de maneira a fornecer esse espaço. No entanto, em cursos de Ciências Biológicas voltados à formação de professor, a Didática das Ciências é uma disciplina que nem sempre contribui para a prática docente, uma vez que a aprendizagem da docência ocorrerá por meio da prática (LIPPE E BASTOS, 2008). Pode-se inferir que essa ideia está ligada a “uma concepção empirista do fazer científico, bem como à percepção cotidiana do trabalho do professor como algo que se dá centrado em sua própria atuação” (CALDEIRA E BASTOS, 2009).

Ainda sobre a Didática, um problema apresentado pelos professores que ministram essa disciplina está relacionado à seleção de textos que permitam ao futuro professor uma compreensão adequada desse campo específico do conhecimento. Isso pode ocorrer devido à grande parte da literatura, disponível ao graduando nas bibliotecas das universidades, ser constituída por materiais cujo conteúdo enfatiza os temas gerais de educação (sem referência aos conteúdos de ensino), ou conhecimentos em determinadas áreas das Ciências Naturais (Zoologia, Genética, Bioquímica, Geologia). O conteúdo dos textos pouco contribui para que os alunos construam uma articulação desejável entre as áreas do conhecimento em questão, Educação e Biologia (CALDEIRA E BASTOS, 2009).

Essas reflexões interceptam a ideia de uma Didática das Ciências constituída por três objetos distintos: os atributos do professor, o processo de transposição/didatização do conhecimento e a natureza da ciência. Este último passa a ser conteúdo fundamental ao embasamento de uma estratégia didática efetiva. Embora as diferentes ciências apresentem características epistemológicas comuns, cada qual, tem peculiaridades epistemológicas relevantes na estrutura do conhecimento e na sua consequente abordagem.

A Epistemologia surge como um elemento que aborda uma visão contextualizada da produção dos conceitos, a qual nos permite situar alguns pressupostos didáticos. No caso da evolução biológica, a Epistemologia passa a ser um subsídio fundamental já que algumas questões foram retomadas no contexto evolutivo. A partir de um percurso epistêmico, pode-se transitar entre os contextos de produção do conhecimento, investigando quais questões foram fulcrais em todo cenário da evolução biológica, o que é mantido e refutado enquanto teoria e/ou paradigma e como fazer uma prospecção para que esse tipo de abordagem seja inserido na Formação Inicial.

A Epistemologia, portanto, no que se concerne ao potencial didático, pode ser um subsídio para o trânsito entre diferentes contextos históricos da produção do conhecimento científico, auxiliando na compreensão do processo gradativo da construção das teorias das Ciências Biológicas.

Entendemos que trabalhar com esta abordagem histórica no ensino de Biologia não significa demonstrar uma filiação contínua na construção do conhecimento, pois as teorias atuais não são necessariamente decorrentes das anteriores. Acreditamos que uma abordagem histórica deveria centrar-se nas rupturas ou (re) ordenações epistemológicas. (CARNEIRO E GASTAL, 2005 p. 101)

Apesar da existência de um consenso quanto à relevante e necessária abordagem histórica e filosófica dos conteúdos da Biologia, há carência de estudos que possibilitem uma avaliação sobre se e como essas perspectivas são efetivamente trabalhadas em sala de aula, e, em quais contextos isso é realizado (CARNEIRO E GASTAL, 2005).

Não basta salientar a necessidade de adoção de uma perspectiva histórica e epistemológica no ensino de Biologia sem a descrição de artefatos e possibilidades para exequibilidade dessa proposta. Essa reflexão está associada a um esforço concentrado na produção de materiais curriculares que possam fornecer aos professores indicadores a respeito de como trabalhar esta abordagem em suas aulas (CARNEIRO E GASTAL, 2005).

A abordagem da Biologia Evolutiva e as Contribuições do GPEB

O Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia (GPEB) teve como objetivo a construção de um espaço de discussão em que os conteúdos biológicos- especificamente a evolução biológica e seu potencial transversal e integrador pudessem ser discutidos de acordo com todo referencial epistemológico e didático apresentado, de maneira que os alunos fizessem articulação entre o conceito e o ensino desse conceito.

Os dados considerados neste estudo são referentes às atividades realizadas pelo GPEB durante o segundo semestre de 2012. Participaram das reuniões desse grupo, alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e doutorandos de um Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência.

Para iniciar as discussões, os textos selecionados foram enviados por e-mail aos participantes na semana que antecedia o encontro. Os textos foram capítulos dos livros “Evolução, o sentido da Biologia” de MEYER E EL-HANI (2005) e “A Tripla Hélice” de LEWONTIN (2002), além do artigo “Um exame histórico filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento” (ALMEIDA E EL HANI, 2010) e trechos específicos do livro “Biologia Evolutiva” (FUTUYMA, 1993). A escolha de textos e questionamentos foi realizada de modo a propiciar discussões cujo conteúdo fosse relacionado à problematização das relações entre gene, organismo e ambiente.

O assunto selecionado para o desenvolvimento deste trabalho foi a evolução biológica sob a perspectiva já descrita. Para organizar as discussões, estabeleceu-se um eixo central sob o qual, toda problematização seria desenvolvida. Esse eixo precisaria contemplar os principais elementos reiterados no referencial teórico do trabalho: a história e epistemologia da Biologia, a natureza da Biologia e ter potencial para ser explorado didaticamente. Dessa forma, pensou-se em um eixo que fora preocupação constante e pungente em diferentes contextos evolutivos: no Darwinismo, na Teoria Sintética e na Biologia Evolutiva Contemporânea. Mesmo que

explicado a partir de argumentos distintos, mais ou menos elaborados, ancorado em mais ou menos detalhes empíricos, esse eixo deveria apresentar a possibilidade de um trânsito teórico por esses contextos, expondo as problematizações e ideias vinculadas sem, contudo, desprestigiar nenhum deles. Em relação ao potencial didático, esse eixo nortearia a elaboração de diagramas cujo conteúdo representaria as ideias conceituais construídas pelos participantes do GPEB.

Com base nos pressupostos acima, o eixo de organização do percurso teórico que norteou o desenvolvimento do GPEB foi a *diversidade de formas orgânicas*.

A partir desta escolha, algumas questões de problematização foram então derivadas:

1. Quais os mecanismos são responsáveis pela origem de tamanha diversidade?
2. Existem mecanismos distintos para cada forma orgânica inédita que é originada? Por exemplo, para cada forma orgânica distinta, faz-se necessário a existência de uma sequência de nucleotídeos diferente?
3. A evolução gera qualquer/ todo tipo de variedade orgânica? (Considerando que algumas já foram extintas).
4. A seleção natural “cria” toda essa variedade?
5. Existe diferença entre criações graduais (alterações nas frequências gênicas das populações ao longo do tempo evolutivo) e criações repentinas? (Uma forma orgânica que fora criada a partir de mecanismos existentes e que independem do gradualismo?).
6. Qual o sentido atribuído ao verbo “forjar” no título do livro de *Sean Carroll* (2006)? Por que o autor fez o uso dessa palavra ao referir-se “a grande quantidade de criaturas que habitam nosso planeta”?

Pensar na ubiquidade de formas orgânicas existentes foi o início das inquietações, uma vez que, em um primeiro momento, pareceria inviável existirem tantos processos distintos quanto formas orgânicas.

E, então, como essas “infinitas formas de grande beleza” (CARROL, 2006) poderiam, realmente, ter se originado?

As reuniões do GPEB foram realizadas semanalmente durante aproximadamente duas horas. Todas as reuniões- um total de 8- foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas para discussão e análise dos dados.

A partir desses dados, investigaram-se apontamentos/e ou inferências que pudessem nortear uma contextualização didática do conceito de evolução biológica nos cursos de Formação Inicial. A partir das transcrições, pode-se diagnosticar como os alunos entendem essas mudanças conceituais e as dificuldades cooptadas de suas falas e explicações conceituais.

Uma das formas encontradas para representar as concepções e dificuldades existentes no GPEB foi a construção de diagramas. Esses diagramas foram construídos com base na fala dos participantes do grupo e nas respostas de um questionário aplicado na última reunião. Neste trabalho, apresentaremos algumas falas que justificam a ordem conceitual e a caracterização dos diagramas construídos.

Os Diagramas como Representação do Pensamento Evolutivo

Neste trabalho, serão apresentados três diagramas. Por meio da intervenção realizada no GBEP, foi possível construir diagramas fundamentados em dois aspectos: o fenômeno biológico e o caminho de construção do conhecimento (percurso teórico-conceitual) dos participantes do grupo ao longo das discussões propostas.

A articulação entre a Didática e a Epistemologia deve pautar-se em uma reflexão sobre a própria constituição teórica e empírica da Biologia. Que elementos são característicos da Biologia e dos conceitos biológicos e como essa caracterização pode ser tratada na sala de aula? Como a natureza da ciência interfere nas configurações didáticas dessa disciplina?

Esse trabalho fará uso dos diagramas para representar a complexidade do conceito de evolução biológica quando entendido e didatizado a partir de um viés teórico-epistemológico pluralista e integrado.

É oportuno ressaltar que, nos três diagramas, os vértices do triângulo correspondem aos mesmos conceitos respectivamente: genótipo (potencialidade); formas orgânicas existentes (confronto) e organismos adaptados (continuidade do processo). No entanto, o ponto fundamental de significação e compreensão das relações subjacentes aos diagramas está nos processos que ligam esses conceitos e que se apresentam de forma diferente em cada diagrama.

No primeiro diagrama, o primeiro vértice é representado pelo genótipo, onde reside a potencialidade para a origem das formas orgânicas. No entanto, nem todo genótipo é expresso na forma de um produto funcional e/ou fenotípico. Para o grupo, essa afirmação é lastreada no fato de que alguns genes não são expressos e outros têm sua expressão alterada pela ocorrência de mutações. Assim, em um primeiro momento, apenas esses dois fatores são apontados como agentes de mediação entre a expressão gênica e as formas orgânicas existentes. O segundo vértice é representado pelas formas orgânicas existentes, já que há um confronto entre todo potencial apresentado pelo genótipo e o que é, de fato, expresso. Esse confronto- mediado nesse primeiro momento pelas mutações e por genes não codificantes- resulta nas formas orgânicas. O terceiro vértice é representado pelo organismo adaptado, uma vez que nem todas as formas orgânicas são mantidas na população. Um organismo, mesmo adaptado, sofre diferentes e diversas pressões seletivas, uma vez que a evolução “percorre um alvo móvel”. Assim, não há como prever o padrão de herança genética que será herdado pelos organismos e propiciar a existência de um novo (ou não) genótipo que volta a gerar uma nova (ou não) potencialidade para o ciclo evolutivo. Nesse primeiro diagrama a herança mencionada pelo grupo está alicerçada apenas na bagagem genética. Com base no diagrama, pode-se dizer que, em um primeiro momento, as representações do GPEB estão, forte e

explicitamente, arraigadas na perspectiva molecular e/ou genética.

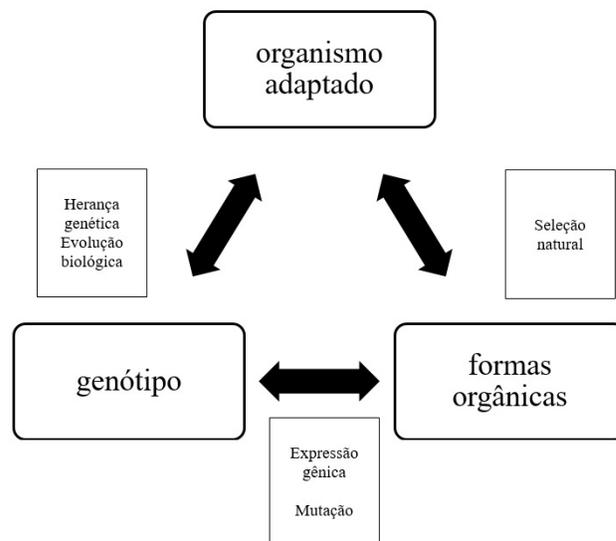


Figura 1. Perspectiva Genética.

Fonte: Elaborado pelas autoras

Algumas falas justificam a tendência inicial dos alunos em explicar os fenômenos biológicos com base em conceitos da genética e seleção natural. Por exemplo, como apresentado no quadro abaixo:

Quadro 1: Trechos das transcrições das reuniões realizadas pelo GPEB.

A1	“a seleção natural é o principal mecanismo evolutivo que leva em conta a adaptação da espécie em ambiente inóspito além de agregar a população “bons genes”;
A2	“a seleção natural é entendida como principal evento que propicia a ocorrência do fenômeno evolutivo”;
A3	“A mutação e a deriva genética podem influenciar o percurso evolutivo”;

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Para compreender o conceito de evolução biológica, faz-se necessário que entendamos uma série de conceitos associados a ele, sendo um deles o conceito de seleção natural. Precisamos pensar em outros fatores como acaso, deriva genética, entre outros. Assim, a seleção natural não explica todos os eventos evolutivos, como também não deve ser pensada apenas como a sobrevivência do mais apto (ALMEIDA E EL-HANI, 2010).

No segundo diagrama, além da mutação, acrescenta-se o desenvolvimento ontogenético como processo que interfere entre o genótipo e as formas orgânicas existentes. Assim, a expressão fenotípica está mediada não só pela mutação, mas também, pela ontogenia. A ontogenia também aparece como um processo que intervém entre o organismo adaptado e o genótipo. Assim, além da herança genética, fala-se sobre a herança de um padrão de desenvolvimento. Nesse segundo diagrama, a concepção sobre o processo de evolução biológica passa a contemplar duas perspectivas: a genética e a ontogenética.

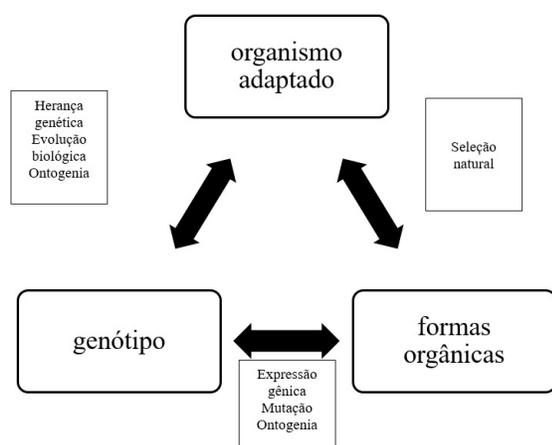


Figura 2. Perspectiva Genética + Ontogenética.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Essa ideia pode ser exemplificada a partir das seguintes falas organizadas no quadro abaixo:

Quadro 2: Trechos das transcrições das reuniões realizadas pelo GPEB.

A2	<i>"Eu acredito que conceitos como interações, meios (com relação ao indivíduo), mudanças, mutação, genética (variabilidade, herdabilidade), aptidão e desenvolvimento são imprescindíveis para se trabalhar/ensinar o processo de evolução biológica";</i>
A1	<i>"[...] devido a interações que ocorrem dentro dos organismos, dos organismos entre si e dos organismos com relação ao meio em que vivem, a seleção natural seria o conjunto das mudanças [...]"</i>
A3	<i>"[...] Discussões recentes têm levantado dúvidas se a seleção natural explicaria a evolução por completo. Dentre essas discussões está a que coloca o desenvolvimento como influenciador do rumo da evolução."</i>

Fonte: Elaborado pelas autoras.

O terceiro diagrama, sistematizado pelas discussões oriundas do fechamento das atividades do GPEB, inclui o ambiente e a perspectiva ecológica. O ambiente está presente entre o genótipo (potencial) e as formas orgânicas (confronto) como um elemento que pode interferir na expressão gênica (por isso o confronto). A seleção natural está presente no terceiro diagrama junto ao conceito de nicho ecológico, ambos entre as formas orgânicas e o organismo adaptado. Assim, as pressões seletivas estão associadas com as caracterizações do nicho ecológico de cada espécie. Entre o organismo adaptado e o genótipo, além da herança genética e do desenvolvimento, a herança ecológica está presente, exemplificando a integração do processo evolutivo.



Figura 3. Perspectiva Genética + Ontogenética + Ecológica.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

O último diagrama representa, também, o resultado alcançado pelas reuniões do GPEB e como os alunos passaram a entender e explicar a evolução biológica. Seguem, no quadro abaixo as falas que representam a concepção integrada alcançada pela maior parte dos integrantes do GPEB:

Quadro 3: Trechos das transcrições das reuniões realizadas pelo GPEB.

A1	<i>“A seleção natural é um dos mecanismos que atuam sobre uma variabilidade resultante de mutações, plasticidade, processos do desenvolvimento, e de fatores ambientais”.</i>
A2	<i>“A seleção natural esta inserida dentro do contexto de evolução biológica na sua qualidade de adaptação, especiação e extinção, porém, para uma compreensão em sua totalidade, outros contextos também se inserem como o desenvolvimento embrionário, a plasticidade fenotípica, a herdabilidade, as mutações, o acaso”;</i>
A3	<i>“Sem dúvida a seleção natural é a peça chave no ensino de evolução. Contudo conforme forem avançando os estudos novos conceitos devem ser ensinados, como os mecanismos de adaptação dos diversos organismos, reprodução, mutações e, até mesmo, conceitos mais complexos como construção do nicho, epigenética e evo-devo”;</i>
A4	<i>“Além da seleção natural, deveríamos ensinar deriva genética, mutações, relações entre o desenvolvimento dos organismos e evolução, influências ambientais, especiação, além do papel do acaso”;</i>
A5	<i>“O papel do acaso em relação ao processo evolutivo pode ser exemplificado com o caso do surgimento dos seres pluricelulares (seres pluricelulares+caderina+cálcio), que a meu ver, exemplifica muito bem esse papel do acaso. Aproveitando-se ainda desse exemplo, explicaria as influências do ambiente no processo (fatores epigenéticos), além de tratar de alguns conceitos importantes no contexto, como as mudanças que podem ocorrer devido a mutação bem como do papel do desenvolvimento dos organismos, muitas vezes restringindo as possibilidades de atuação da seleção natural. Resumindo, explicaria evolução à partir da perspectiva ECO-EVO-DEVO, que ao meu ver, abarcaria e conseguiria explicar muitos casos estudados pela evolução. Penso que é interessante em um primeiro momento contextualizar as relações/interações que ocorrem nos organismos e dos organismos entre si e com o meio. Posteriormente trabalhar conceitos dentro da genética, depois disso relacionar esses conceitos com desenvolvimento e aptidão e por último tentar ajudar na formação de um pensamento integrado da evolução como sendo o conjunto das mudanças que ocorrem e estão condicionadas a esses fatores”.</i>

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A partir dos três diagramas explicitados, é possível identificar como a compreensão conceitual dos participantes do GPEB modifica-se na medida em que discussões sobre a biologia evolutiva contemporânea são propostas. Pode ser um indicativo à proposição de um caminho didático para que as concepções sejam apreendidas de forma gradual, até que a perspectiva sistêmica seja apreendida.

É relevante destacar a importância sobre a atualização do conhecimento do contexto de Ensino de Biologia na Formação Inicial uma vez que os conteúdos abordados nas salas de aula não deveriam estar restritos à transposição aos livros didáticos. A leitura de artigos e de publicações estrangeiras é subsídio fundamental para que o professor possa buscar novos exemplos, compilações epistêmicas, desafios, suscitando novas dúvidas, indagações e colaborando com a formação de um professor e pesquisador cujo processo de formação permitiu um entendimento sobre a natureza do conhecimento biológico e suas vicissitudes.

A Biologia é uma ciência sistêmica e integrada e assume-se uma preocupação ostensiva sobre como essas caracterizações podem atingir as abordagens teóricas nos cursos de formação inicial em Ciências Biológicas. Assim, as discussões no GPEB e a elaboração de diagramas decorrentes da organização conceitual engendrada pelos participantes do grupo formam estratégias metodológicas que permitiram exemplificar essas caracterizações. A partir desses artefatos metodológicos, é possível traçar o caminho do processo de desenvolvimento conceitual pelo grupo no que se refere à evolução sobre uma perspectiva integrada.

Considerações Finais

A revelia das resolutas injunções epistemológicas dirigidas ao conceito de evolução e da necessária abordagem pluralista desse conceito, o ensino de evolução ainda está respaldado em premissas que destacam os conceitos restritos à dimensão genética e a seleção natural. O corolário dessa afirmação

incide em uma concepção reducionista do processo evolutivo, a qual prescinde as interações resguardadas entre gene-organismo e ambiente e contribui para endossar um entendimento compartimentalizado acerca das diferentes dimensões teóricas.

Este artigo teve como objetivo articular duas questões fundamentais quando pensamos no Ensino de Biologia: realizar uma compilação teórico-epistemológica de contra-argumentos à concepção de uma Biologia de níveis hierárquicos incomunicáveis tanto em termos processuais quanto em abordagens teórico-práticas e possibilidades de visualização da natureza integrada da Biologia tanto a partir de exemplos teóricos como de possibilidades de inserções didáticas na Formação Inicial a partir da representação do pensamento dos alunos sobre essas questões.

Na tentativa de equalizar a participação dos níveis biológicos no processo evolutivo e por meio de um estudo teórico-epistemológico detalhado sobre as teorias evolutivas, investigou-se possibilidades acerca da didatização dessa perspectiva pluralista a partir de um estudo realizado no GPEB. Para tanto, foram construídos diagramas que representam o caminho conceitual apresentado pelos participantes do grupo ao longo das reuniões.

Os diagramas obtidos por meio dessa análise puderam fornecer dados referentes a duas questões, a saber: 1) a metanálise do processo de evolução conceitual desenvolvimento e apresentado pelos participantes do GPEB (como os participantes do grupo conceberam a integração das dimensões biológicas ao processo evolutivo e uma forma de representação desse percurso) e 2) indicativos sobre reflexões e caminhos metodológicos referentes ao trabalho didático e pedagógico do professor (uma vez que a representação da evolução conceitual dos participantes pode ser o ponto de partida para organização de uma aula cujo objetivo seja a abordagem integrada do processo evolutivo).

Assim, ao se pensar nas potencialidades representativas desses diagramas, esses instrumentos podem fornecer uma provável articulação- mesmo que incipiente- entre a Epistemologia e a Didática

da Biologia. Essa articulação é dada pela relação entre a integração do conhecimento biológico, a forma que essa integração é demonstrada na representação dos participantes do grupo e as possibilidades de abordagem do conteúdo em sala de aula, considerando a lógica representada pelos diagramas.

O trabalho de investigação sobre a didatização do conhecimento biológico e sobre estratégias de articulação entre Epistemologia e Didática pôde ser realizado no Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia já que a sistematização das atividades realizadas contribui para: discussões e entendimento sobre a integração de diferentes níveis em um processo biológico; a inserção de graduandos em um contexto de pesquisa científica que não é comumente abordado nos cursos de Ciências Biológicas e que não está relacionada com a visão tradicional de cientista; fornecer elementos à estruturação de textos didáticos sobre conteúdos biológicos que considerem aspectos da natureza da ciência do conhecimento biológico.

Referências

- ALMEIDA, A. M. R. D.; EL-HANI, C. N. Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. *Scientiae Studia*, v. 8, n. 1, pp. 9-10. 2010.
- ANDRADE, M. A. B. S. D. **A epistemologia da biologia na formação de pesquisadores: compreensão sistêmica de fenômenos moleculares**. 237. Tese, Doutorado em Educação para Ciências, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.
- BIZZO, N. M. V. **Ensino de evolução e história do darwinismo**. 575. Tese, Doutorado em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991.
- CALDEIRA, A.M.A; BASTOS, F. A Didática como área do conhecimento. In: CALDEIRA, A.M.A; ARAÚJO, E.S.N.N. (Org.). **Introdução à Didática da Biologia**. Escrituras. São Paulo: Brasil, 2009. pp. 13-33.

- CARNEIRO, M. H. D. S.; GASTAL, M. L. História e Filosofia das Ciências no ensino de Biologia. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, pp. 33-39. 2005.
- CARROLL, S. B. **Infinitas formas de grande beleza: como a evolução forjou a grande quantidade de criaturas que habitam o planeta?** Zahar: Rio de Janeiro, 2006.
- CESCHIM, B.; DE OLIVEIRA, T. B.; DE ANDRADE CALDEIRA, A. M. Teoria Sintética e Síntese Estendida: uma discussão epistemológica sobre articulações e afastamentos entre essas teoria. **Filosofia e História da Biologia**, v. 11, n. 1, pp. 1-29. 2016.
- CICILLINI, G. A. A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do ensino médio: a teoria da evolução como exemplo. 283. Tese, Doutorado em Educação, Universidade Estadual de Campinas, campus de Campinas, São Paulo, 1997.
- EHRENREICH, IAN M.; DAVID W. PFENNIG. Genetic assimilation: a review of its potential proximate causes and evolutionary consequences. **Annals of botany**, v. 117, n. 5, pp. 769-779. 2016.
- EL-HANI, C. N.; MEYER, D. A evolução da teoria darwiniana. **ComCiência**, n. 107, s. p., 2009.
- FORQUIN, J. C. Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais. **Teoria e Educação**, Porto Alegre, n. 5, pp. 28-49. 1992.
- FRANCIS, R. **Epigenética: como a ciência está revolucionando o que sabemos sobre hereditariedade**. Rio de Janeiro: Zahar, 2015.
- FRANZOLIN, F. Conceitos de Biologia na educação básica e na academia: aproximações e distanciamentos. **Maestría em Educação**. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- GIL PÉREZ, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, pp. 197-212. 1993.
- GILBERT, S. F.; EPEL, D. **Ecological developmental biology**. Sinauer Associates. Sunderland: Estados Unidos, 2009.
- GILBERT, S. F.; BOSCH, T. C.; LEDÓN-RETTIG, C. Eco-Evo-Devo: developmental symbiosis and developmental plasticity as evolutionary agents. **Nature Reviews Genetics**, v. 16, n. 10, pp. 611-622. 2015.
- JABLONKA, E.; LAMB, M. J. **Evolução em Quatro Dimensões - DNA, Comportamento e a História de Vida**. Companhia de Letras. São Paulo: Brasil, 2010.
- JOBLING, M.; HURLES, M.; TYLER-SMITH, C. **Human evolutionary genetics: origins, peoples & disease**. Garland Science. Nueva York: Estados Unidos, 2013.
- KELLER, E. F. The Century beyond the Gene. **Journal of Biosciences**, v. 30, n. 1, pp. 3-10. 2005.
- LALAND, K. N.; ODLING-SMEE, J.; GILBERT, S. F. EvoDevo and niche construction: building bridges. **Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution**, v. 310, n.7, pp. 549-566. 2008.
- LIPPE, E.M.O.; BASTOS, F. Formação Inicial de professores de Biologia: fatores que influenciam o interesse pela carreira do magistério. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, Florianópolis. Atas. Belo Horizonte, ABRAPEC. 2007.
- LOFEU, L.; KOHLSDORF, T. Mais que seleção. **Genética na Escola**, v. 10, n. 1, pp. 11-19. 2015.
- LYNCH, M.; WALSH, B. **LYNCH. The origins of genome architecture**. Sunderland: Sinauer Associates, 2007.
- MALDANER, O. A. Produção coletiva e inovação curricular como mediação da formação continuada de professores In: V SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL – ANPED Sul, 2004, Curitiba. Anais do V Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul – ANPED Sul. Curitiba: PUCPR, p. 1-13. 2004.
- MARICATO, F. E. A (re) construção coletiva do conceito de interação biológica: contribuição para a epistemologia da Biologia e a formação de pesquisadores e professores. 222. Tese, Doutorado em Educação para Ciência, Faculdade de Ciências de Bauru, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2012.

- MARQUES-BONET, T.; RYDER, O. A.; EICHLER, E. E. Sequencing primate genomes: what have we learned? **Annual review of genomics and human genetics**, n. 10, pp. 355-386. 2009.
- MAYR, E. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo**. Companhia de Letras. São Paulo. 2011.
- MEGLHIORATTI, F. A. História da construção do conceito de evolução biológica: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de Biologia. Mestría Em Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade De Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho, 2004.
- Müller, G. B. Evo-devo: extending the evolutionary synthesis. **Nature Reviews Genetics**, v. 8, n. 12, pp. 943-949. 2007.
- OLIVEIRA, T. B. D. Uma pesquisa didático-epistemológica na formação inicial em ciências biológicas: como a evolução forjou a grande quantidade de criaturas que habitam o nosso planeta? 209. Doutorado em Educação para Ciência, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, campus Bauru, São Paulo, 2015.
- OLIVEIRA, T. B.; CALDEIRA, A. M. A. Organismos adaptados, seleção natural e restrições do desenvolvimento: Uma discussão epistemológica acerca das relações entre esses conceitos em um Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia (GPEB). In: **Caderno de Resumos do Encontro de História e Filosofia da Biologia**. ABFHIB. Florianópolis: Brasil, 2013. pp. 214-219.
- PIGLIUCCI, M. Do we need an extended evolutionary synthesis? **Evolution**, v. 61, n. 12, pp. 2743-2749. 2007.
- PIGLIUCCI, M., MURREN, C. J., SCHLICHTING, C. D. Phenotypic plasticity and evolution by genetic assimilation. **Journal of Experimental Biology**, v. 209, n. 12, pp. 2362-2367. 2006.
- RUHERFORD, A. **Criação: a origem da vida**. Zahar. Rio de Janeiro: Brasil, 2014.
- SULTAN, S. E. Development in context: the timely emergence of eco-devo. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 22, n. 11, pp. 575-582. 2007.





EL POTENCIAL DE LAS APLICACIONES EDUCATIVAS EN EL PROCESO DE EVALUACIÓN FORMATIVA

The potential of the educational applications in the formative assessment process

Mayara Lustosa de Oliveira¹

Thanuci Silva²

Juan Carlos Vega Garzón³

Eduardo Galembeck⁴

Cómo citar este artículo: Lustosa de Oliveira, M., Silva, T., Vega, J.C., Galembeck, E. (2017). El potencial de las aplicaciones educativas en el proceso de evaluación formativa. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 99-116.
doi: 10.14483/23464712.11107.

Recibido: 24 de octubre 2016 / Aceptado: 17 de marzo de 2017

Resumen

El debate sobre los objetivos reales de la evaluación no es nuevo. Sin embargo, todavía predominan aspectos como la excesiva valoración de la memoria, lo que refleja una visión tradicional y limitada. Es necesario superar el uso exclusivo de la evaluación tradicional con el fin de adoptar una evaluación formativa, modalidad que busca identificar las fallas y necesidades de los estudiantes durante el proceso educativo con el fin de recibir retroalimentación para tomar las medidas necesarias que permitan mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Siguiendo esta necesidad, y buscando ayudar a los profesores en la aplicación de una evaluación formativa, algunos recursos tecnológicos han sido desarrollados. El presente trabajo tiene como objetivo describir el potencial de tres aplicaciones (Armet, The Cell y 3DClass) en el proceso de evaluación formativa usando las bases de datos asociadas a cada aplicación. Los resultados muestran que estas

1. Docente e Diretora do Núcleo de Ensino no Instituto Federal Goiano, Campus Avançado Cristalina, Cristalina/GO, Brasil. Correio eletrônico: mayara.lustosa@ifgoiano.edu.br
2. Estudante de doutorado em biologia funcional e molecular. Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas (Brasil). Correio eletrônico: thanuci@gmail.com
3. Estudante de doutorado em biologia funcional e molecular. Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas (Brasil). Correio eletrônico: jcvegag@unal.edu.co
4. Professor do departamento de bioquímica. Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas (Brasil). Correio eletrônico: eg@unicamp.br

aplicaciones proporcionan métricas de evaluación más transparentes, coherentes y que permiten al profesor sistematizar criterios e indicadores, lo que reduce la subjetividad del proceso de evaluación formativa y el tiempo necesario para la preparación, tabulación y análisis de datos. Gracias a que con esta tecnología es posible verificar en tiempo real el número de errores totales y por pregunta, preguntas con el mayor número de errores recurrentes, preguntas con el mayor y menor índice de aciertos y el tiempo que los alumnos emplean para desarrollar la actividad, es posible determinar el progreso de los alumnos a lo largo del tiempo e identificar puntualmente dónde ocurren los errores; esto permite una investigación minuciosa sobre sus posibles causas. Esta información facilita la retroalimentación para los alumnos, ya sea como intervenciones puntuales o direccionadas por parte del profesor.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias, evaluación formativa, recursos educativos, tecnología educativa, tendencia educativa.

Abstract

The debate about real objectives of assessment is not new; however, currently still predominating some aspects, such as the enhancement of memory and practice that reflects a traditionalist and limited approach. It is necessary to overcome the exclusive use of traditional assessments in order to adopt a formative assessment. This modality seeks to identify student gaps and needs in the educational process, to receive feedback and take necessary decisions to improve teaching and learning processes. To meet this imminent need and seeking to assist teachers in implementing a formative evaluation, some technological resources have been developed. This study aimed to describe the potential of three applications (Armet, The Cell, and 3DClass) in the formative evaluation process, through the databases associated with them. Results show that these applications provide more transparent and consistent evaluation metrics, enabling the teacher to systematize criteria and indicators, reducing the subjectivity of the formative assessment process and the time spent for processing, tabulation, and data analysis. Considering that it is possible to check what issues were recurring errors, total quantity of mistakes, what questions had more level of success and how long they took to develop the activity. They also allow ascertaining whether there has been growth over time or even identifying where errors occur; allowing a thorough investigation on the possible causes, student's feedback, as well as pointed and directed teacher interventions.

Keywords: formative assessment, educational technology, science education, educational tools, and educational trends.

Introducción

De cara a los avances tecnológicos actuales, nuevas culturas educacionales se han desarrollado y los conceptos de aprendizaje y evaluación empleados durante las últimas dos décadas son ya insuficientes para una formación educativa consistente (AAAS, 2011). Por otro lado, si se observa con detenimiento cómo es realizada actualmente la evaluación se percibe que todavía predominan aspectos como la excesiva valoración de la memorización y la reproducción del contenido exactamente como está expuesto en el libro didáctico, prácticas que reflejan un abordaje tradicional y limitado (NRC, 2014).

De acuerdo con los objetivos reales de la evaluación, dicho instrumento debería estar más al servicio del estudiante que al del sistema educativo, si asumimos que la verdadera función de las instituciones educativas es la formación integral del individuo con miras a su preparación para el ejercicio efectivo de la ciudadanía, es inevitable que se supere la evaluación tradicional en el sentido de adoptar una evaluación formativa (CASEIRO, GEBRAN, 2008).

Por definición, la evaluación formativa busca comprender el paso a paso del aprendizaje de los alumnos y es complementaria a la evaluación sumativa. Esta última tiene como meta, al final de un período, dar una visión general sobre los objetivos del curso alcanzados por el alumno. De otro lado, la formativa procura analizar los pasos del alumno para saber cómo se está produciendo el proceso de aprendizaje, entendiendo el error como el principal aspecto a ser interpretado (ANDERSON, 2007; AYALA, 2016; CARVALHO, MARTÍNEZ, 2005). En otras palabras, la formación y no la clasificación es su objetivo principal. Muchas veces la evaluación es rotulada como formativa, empleando definiciones simplificadas de la literatura, sin que dicho instrumento contenga algunas características fundamentales. De acuerdo con LUCKESI (2005), una evaluación formativa coherente contiene cuatro características principales: 1) opera con desempeños provisionales, buscando mejores resultados en cada etapa; 2)

no es puntual, es decir, todo el camino del alumno es tenido en cuenta al momento de la evaluación, ya que se le considera como un ser en constante desarrollo; 3) es diagnóstica, prevé intervenciones en cualquier momento, buscando mejoras en cada etapa; y 4) es inclusiva, no descarta al alumno, por el contrario lo invita a mejorar.

Al analizar los factores que impiden la aplicabilidad de tales características en el proceso de evaluación, se puede evidenciar la poca preparación de los profesores que, la mayoría de las veces, no tienen contacto con la literatura que refuerza las características positivas de esta modalidad de evaluación. El profesor posee una carga horaria densa, dejándole poco tiempo libre para la elaboración de metodologías evaluativas novedosas. Además, no dispone del tiempo para corregir y tabular los datos de las evaluaciones de grupos numerosos, más aún si éstas se realizan frecuentemente, ni de intervenir en las dificultades encontradas. Otra limitante sería la dificultad de individualizar al alumno en cursos de 35 a 40 estudiantes.

Buscando ayudar a los profesores a dar solución a los problemas arriba descritos, algunos recursos tecnológicos han sido desarrollados por nuestro grupo. Estos recursos cuentan con bases de datos propias y utilizan la tecnología de *learning analytics* (analíticas de aprendizaje), tecnología definida como la colecta, medición, análisis y reporte de datos acerca de los aprendices con el propósito de entender y optimizar el aprendizaje en el ambiente donde este ocurre (PARSLOW, 2014). Esta tecnología tiene un papel fundamental, ya que los datos colectados muestran el desempeño de los alumnos por medio de sus actividades de aprendizaje, propiciando que el proceso de evaluación sea visto como un todo (MARTIN, NDOYE, 2016).

Los recursos en cuestión son aplicaciones educativas, herramientas que incrementan su uso en los más variados públicos. Conveniencia, flexibilidad, enganche e interactividad son señalados como los principales aspectos que tornan las aplicaciones más atractivas para estudiantes y profesores, debido a que estas pueden ser almacenadas en dispositivos

móviles y utilizadas en los más variados ambientes (SEILHAMER, CHEN, SUGAR, 2013).

Recientemente, diversas aplicaciones han demostrado que pueden ser útiles en el desarrollo de características deseables en los estudiantes, pues permiten mayor interacción y autonomía, en oposición al modelo pasivo que caracteriza la noción de enseñanza establecida en los centros escolares desde hace años (JENG, *et al.* 2010). Además de la ya reconocida importancia en los procesos de enseñanza-aprendizaje, las aplicaciones también pueden ser recursos facilitadores en el proceso de evaluación. Sin embargo, generalmente el análisis de las aplicaciones educativas se ha focalizado solamente en aspectos de funcionamiento, dejando en un segundo plano cuestiones referentes a su potencial evaluativo. Con la finalidad de contribuir significativamente a llenar esta laguna y demostrar la utilidad de las aplicaciones educativas asociadas a bases de datos en el proceso de evaluación formativa se presenta este trabajo.

El objetivo de este artículo es describir el potencial de tres aplicaciones (Armet, The Cell y 3Dclass) en el proceso de evaluación formativa. Para eso, cada aplicación se ha usado en un contexto y las bases de datos asociadas a ellos fueron utilizadas como fuente de la información descrita en los resultados. Los resultados revelan que las aplicaciones proporcionan métricas de evaluación más transparentes y coherentes, y que permiten al profesor sistematizar criterios e indicadores, lo que reduce la subjetividad del proceso de evaluación formativa y el tiempo necesario para la preparación, tabulación y análisis de datos.

Metodología

Caracterización de la investigación

En cuanto a su abordaje, se trata de una investigación basada en la utilización de métodos mixtos (*mixed methods*), integración de métodos cualitativos y cuantitativos en un único estudio (CASTRO, *et al.* 2010).

En cuanto a sus objetivos, se trata de una investigación descriptiva-exploratoria que busca, mediante la descripción, suscitar una mayor familiaridad con los recursos y los fenómenos a ellos asociados (GERHARDT, SILVEIRA, 2009; GIL, 2008).

En cuanto a sus procedimientos, es un estudio de caso. Tal modalidad puede ser caracterizada como un estudio de entidades bien definidas, por ejemplo, programas, sistemas educativos o personas. Es especialmente adecuada cuando se busca explorar o describir contextos complejos, en los cuales diversos factores están involucrados (GERHARDT, SILVEIRA, 2009).

Público-objetivo

Las aplicaciones se desarrollaron enfocándose en dos áreas específicas: la biología celular y la bioquímica. Tales disciplinas son prerrequisitos en prácticamente todos los cursos superiores de ciencias biológicas y, por tanto, hacen parte de los primeros módulos que los estudiantes de reciente ingreso a la universidad deben cursar. Ofrecer recursos facilitadores para este público constituye una ayuda para estudiantes y profesores, especialmente si se tiene en cuenta que el lenguaje y profundidad de los contenidos abordados en esta etapa difieren significativamente de los que los estudiantes están habituados a utilizar durante el bachillerato.

Por otra parte, estas aplicaciones también pueden servir como una herramienta de actualización para estudiantes ya graduados, como material de estudio para exámenes de ingreso a la universidad o como un curso básico para personas interesadas en estos temas. Es un hecho que esta versatilidad de los recursos puede generar poca especificidad de público, no obstante, en las tres aplicaciones los usuarios pueden ser agrupados por medio de un *login* que permite la individualización y análisis de los grupos de usuarios por separado; en caso de que exista interés en analizar variaciones de comportamiento entre ellos.

Descripción de las aplicaciones

The Cell y Google Analytics

The Cell es un MOOC (del inglés *massive open online course*) desarrollado en la forma de una aplicación. Está disponible en español, inglés y portugués para dispositivos iOS y Android. Tiene como objetivo principal introducir al aprendizaje de la biología celular utilizando un modelo 3D de una célula animal.

El modelo permite interactuar por medio de toques en la pantalla para simular la inmersión del usuario en un ambiente 3D. El modelo 3D fue elaborado a escala, de tal modo que su tamaño está relacionado con el tamaño de las organelas en su interior (figura 1). Esta funcionalidad es importante, ya que en la mayoría de los modelos celulares la escala nunca es respetada, lo que describe un modelo alejado de la realidad. Analizar las diferencias en el tamaño de orgánulos es poco común, pero puede ser útil a la hora de representar la realidad y trabajar con nociones de escala a nivel microscópico (VLAARDINGERBROEK, TAYLOR, BALE, 2014).

Además, muchos investigadores afirman que una fuerte conceptualización de la escala es esencial para lograr una adecuada alfabetización científica (TRETTER, *et al.* 2006).

En relación con la construcción del MOOC, todo el contenido básico de la disciplina de biología celular fue dividido en 12 módulos, los cuales son presentados dando clic en el botón menú, localizado en la parte inferior izquierda de la pantalla (figura 1). Cada uno de los 12 módulos está compuesto por cuatro actividades: contenido textual, desafío, juegos de fijación y evaluación (figura 1, derecha). Los juegos de fijación son preguntas de verdadero y falso. Los desafíos son problemas que exigen análisis, correlación y, en muchas ocasiones, demandan el uso de habilidades cuantitativas para su solución. La evaluación del módulo incluye preguntas discursivas simples (para completar / juego de la horca) y preguntas de elección múltiple.

Para el diseño del recurso educativo se siguieron algunas de las etapas esenciales del planeamiento basado en la teoría del diseño instruccional (DI). El DI es un área de la investigación educacional que busca formas de auxiliar a los estudiantes a aprender



Figura 1. Pantalla inicial de la aplicación con la célula en el centro y el botón menú abajo a la izquierda. Al dar clic al botón menú surge una lista con los 12 módulos de contenido, elección de idioma y créditos. Al dar clic en un ítem de la lista o al dar dos clics en una organela, el usuario observará un acercamiento de la estructura (aquí se muestran como ejemplo los centriolos) y aparecen las cuatro opciones de actividades disponibles en la aplicación: contenido textual, desafío, juegos de fijación y evaluación.

de forma significativa (GAGNE, *et al.* 2007). De acuerdo con sus principios establecidos, un curso construido por medio del DI necesita de un proyecto cuidadosamente centrado en cinco elementos básicos que constituyen el modelo ADDIE, por sus siglas en inglés: *analyze* (analizar), *design* (planear), *develop* (desarrollar), *implement* (implementar) y *evaluate* (evaluar) (GAGNE, *et al.* 2007). La etapa de evaluación busca medir la eficiencia del recurso didáctico para cumplir los objetivos propuestos. Para la evaluación de The Cell se utilizó una herramienta de análisis disponible gratuitamente por Google, a saber, Google Analytics (GA). Culminada la fase de desarrollo la aplicación fue asociada a GA para evaluar su uso por parte de los usuarios.

El recurso fue modelado con el sistema estadístico Urchin, de la Urchin Software Corporation y adquirido por Google en abril de 2005. Esta herramienta fue lanzada en 2005 e inicialmente era utilizada para optimizar campañas de *marketing* y para uso de Google AdSense, pero rápidamente se tornó en una de las más importantes soluciones de análisis de diversos recursos en internet (CLIFTON, 2012).

GA da acceso a estadísticas para monitorear el uso y visibilidad de un recurso. Las diferentes escenas del aplicativo están configuradas de tal manera que se puede conocer el recorrido que cada estudiante hace dentro del mismo, cuánto tiempo permanece en las escenas y cuál es su desempeño en las actividades. En otras palabras, permite una retroalimentación bidireccional entre profesores y

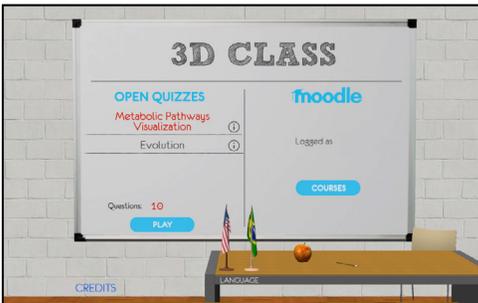
estudiantes. Al comparar las características de una retroalimentación efectiva y una retroalimentación inadecuada, algunos investigadores afirman que para que el proceso sea verdaderamente eficaz es importante que este no se realice en una sola vía, es decir, debe ser útil tanto para el profesor como para el estudiante (BORGES, *et al.* 2014).

The Cell se encuentra disponible de forma gratuita en las principales tiendas de aplicaciones, el recurso está asociado a GA a fin de obtener información que posibilite un análisis preciso de su uso. Los datos de uso descritos en los resultados se obtuvieron entre abril 2014 y abril de 2016.

3D Class: clase de aula invertida (*flipped classroom*) y evaluación formativa.

3DClass es un ambiente virtual de aprendizaje. Está disponible en inglés y portugués para dispositivos iOS, Android y computador. Permite al usuario una experiencia de aula real en un ambiente virtual. Esta aplicación pone a disposición de los estudiantes evaluaciones y, a la vez, les proporciona un extenso banco de datos respecto a su desempeño. La escena principal de la aplicación reproduce un ambiente escolar con un tablero y un escritorio, a partir del cual los usuarios tienen acceso a sus respectivos salones de clase (figura 2).

La vertiente pedagógica en la que se encuadra 3DClass es conocida como *blended learning*, o en español aprendizaje híbrido. Se trata de una



Alunos	Data	Duração	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
1	7 September 2014 11:59:30 PM	00:01:00	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67
2	7 September 2014 11:59:08 PM	00:00:42	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67
3	7 September 2014 11:58:17 PM	00:00:42	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67
4	7 September 2014 11:57:38 PM	00:00:54	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67
5	7 September 2014 11:57:30 PM	00:00:43	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67
6	7 September 2014 11:56:52 PM	00:00:41	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67
7	7 September 2014 11:56:43 PM	00:00:55	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67
8	7 September 2014 11:56:38 PM	00:00:56	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67
9	7 September 2014 11:56:05 PM	00:34:14	0	6,67	6,67	6,67	0	0
10	7 September 2014 11:56:04 PM	00:00:46	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67
11	7 September 2014 11:55:44 PM	00:00:45	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67
12	7 September 2014 11:55:36 PM	00:01:02	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67

Figura 2. La parte izquierda muestra la pantalla inicial de 3DClass. En la parte derecha se muestra un ejemplo de la tabla generada por la aplicación donde se puede apreciar la identificación de los alumnos, la duración del test, las respuestas a las preguntas y el número de aciertos (6.67) y errores de cada alumno (0). Esta información solamente está disponible por medio de un link exclusivo para profesores.

metodología educacional utilizada en la actualidad y que asocia los puntos positivos del aprendizaje tradicional a los puntos positivos de la tecnología educacional (BONK, GRAHAM, 2004). Existen diversas propuestas de aprendizaje híbrido que están siendo utilizadas en diferentes centros de enseñanza, las más comunes son: rotación por estaciones (*station rotation*), aula de clase invertida (*flipped classroom*), aprendizaje casi exclusivamente en línea (*flex*) y el modelo virtual enriquecido (*enriched virtual model*).

La propuesta de sala de aula invertida es un método que invierte la lógica de la organización de las instituciones educativas (SILVA, GALEMBECK, 2014). Los alumnos tienen la oportunidad de aprender partes del contenido en su propia casa, por medio de recursos interactivos, y el salón de clase es aprovechado para entablar discusiones pertinentes sobre el tema estudiado, resolviendo dudas, realizando ejercicios para profundizar en el tema, llevando a cabo actividades en grupo y proponiendo el desarrollo de proyectos.

En una disciplina de bioquímica experimental, el conocimiento de las bases teóricas de las técnicas experimentales utilizadas en los experimentos es fundamental para el planeamiento, ejecución e interpretación de resultados. El contacto previo con los contenidos de la disciplina aumenta el aprovechamiento de las aulas expositivas y de las aulas prácticas. De esta manera, 3DClass utiliza listas de ejercicios como actividad preparatoria para la realización de experimentos. Un test es aplicado semanalmente antes de la explicación del contenido, de esta manera los estudiantes tienen una semana para responder las preguntas. Los test ofrecen al profesor un panorama general del desempeño de los alumnos, permitiendo una intervención puntual. Además, estimula en los alumnos el estudio previo de la materia.

Los datos colectados, almacenados en una base de datos por medio de la aplicación, pueden ser visualizados en tablas a través de un link que el profesor recibe vía correo electrónico. La información tabulada permite hacer un análisis sobre qué preguntas tienen el menor y mayor número de errores y aciertos, el tiempo empleado por cada estudiante

para resolver el cuestionario y la nota final obtenida por cada uno de ellos.

La información tabulada también permite identificar las diferentes alternativas seleccionadas en cada intento, de esa forma el profesor consigue trazar un perfil individual en términos de competitividad y motivación. Un análisis más detallado mostraría la frecuencia con que cada alumno ingresa a las pruebas, qué alumnos contestan el cuestionario a conciencia y cuáles lo hacen adivinando la respuesta correcta dentro de las diferentes alternativas propuestas. Así como identificar los alumnos que realizan la prueba varias veces hasta obtener la nota máxima, incluso determinar qué alumnos, una vez alcanzada la nota máxima, siguen contestando el cuestionario para aumentar su nota promedio. Todas las características descritas anteriormente, incluidas dentro de 3DClass, permiten al profesor acompañar e intervenir varios aspectos relacionados con el proceso de aprendizaje de sus alumnos. Además, permite que conozca el desempeño individual de cada alumno para adecuar sus clases de acuerdo a sus necesidades y capacidades.

Armet: bancos de datos al servicio de una evaluación formativa

ARMET (sigla en inglés para Augmented Reality Metabolic Pathways) es una aplicación de realidad aumentada disponible en español, inglés y portugués para dispositivos iOS y Android. Fue desarrollada para introducir a los estudiantes en los principios fundamentales para el estudio de las vías metabólicas. La realidad aumentada es una interfaz avanzada que permite mezclar en tiempo real objetos reales con objetos virtuales y donde el usuario puede navegar e interactuar en un ambiente tridimensional usando dispositivos como tablets y smartphones (KIRNER, SISCOOTTO, 2007).

En la aplicación podemos encontrar un modo estudio y un modo juego (figura 3). El estudiante interactúa respondiendo preguntas sobre moléculas involucradas en vías metabólicas específicas. Están disponibles para su descarga e impresión: el tablero

de juego, las cartas con las moléculas para cada vía y una guía de estudio. Utilizando la cámara del dispositivo móvil, la aplicación reconocerá cada marcador y mostrará diversas informaciones en la pantalla (figura 3), por ejemplo, la estructura de las moléculas en 3D y sus modificaciones durante las diferentes reacciones químicas.

Para asegurar que la aplicación, además de facilitar el proceso de enseñanza, ayude en el proceso de medición de aprendizaje, fue desarrollado un sistema de recolección y evaluación de datos. Para individualizar cada estudiante en el banco de datos, fue incluida la opción *login*. El profesor puede crear

una clase en particular y solicitar a sus estudiantes ingresar a la aplicación con un código de clase único lo que permite coleccionar y guardar los datos de uso para cada clase específicamente.

De este modo, al dar clic en la opción informes (figura 3) el profesor puede ingresar a las clases creadas por él y visualizar datos como: número de errores totales y por pregunta, preguntas con mayor y menor índice de aciertos, y tiempo empleado para cada actividad (figura 4). Es de resaltar que la interfaz fue desarrollada teniendo como foco que su utilización sea intuitiva para que el profesor se adapte a su uso de manera rápida.



Figura 3. De izquierda a derecha: pantalla inicial de la aplicación ARMET, con la opción de login, acceso anónimo, elección de idioma (portugués, inglés y español) y los documentos disponibles: cartas, tablero y estudios dirigidos. La parte del centro y derecha de la gráfica muestra la interfaz para estudiantes y profesores respectivamente.

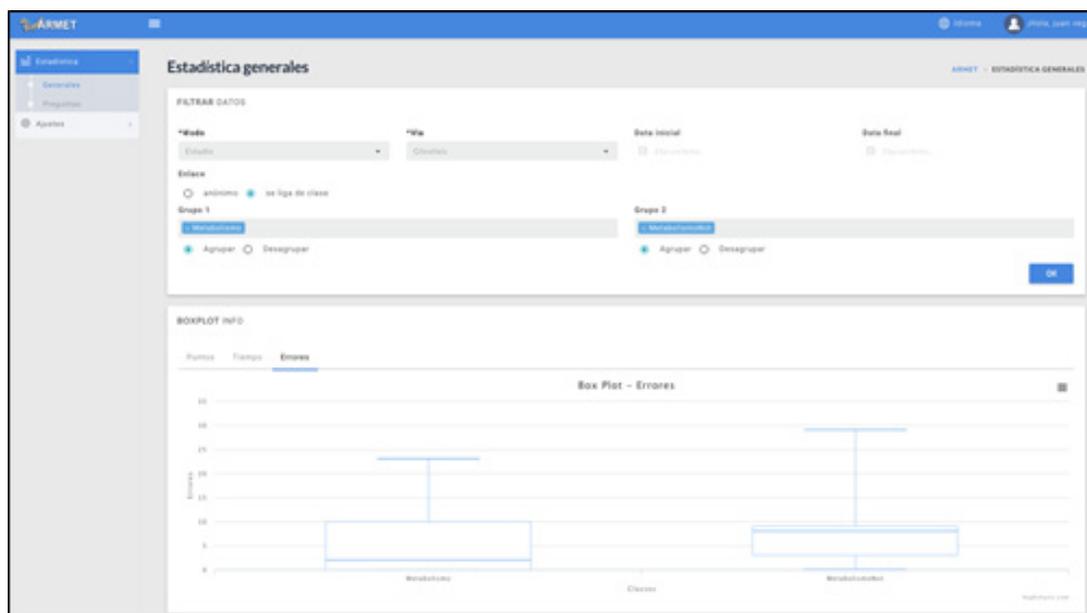


Figura 4. Mediante el uso de este recurso el profesor puede seleccionar el modo que él quiere analizar (estudio o juego), la vía metabólica (glicólisis, ciclo de Krebs y hormonas) y las clases que desea comparar. Una vez elegido el período de análisis (día, mes, año, hora), selecciona el criterio de análisis (puntos, tiempo, errores). Al enviar los datos dando clic en el botón ok se despliegan una columna con los resultados estadísticos.

Dentro de la propuesta de utilización de la aplicación se deben dividir los estudiantes de un curso en grupos de tres a cinco integrantes. El principal papel de los profesores y monitores es el de moderar la discusión dentro de cada grupo, debido a que parte de la retroalimentación es proporcionada por la aplicación. Antes de iniciar la actividad el profesor debe crear una clase específica, después de realizar la solicitud de creación de clase el profesor recibirá por correo electrónico un código alfanumérico, el cual se le debe proporcionar a los estudiantes para ingresar a la aplicación e individualizar la recolección de datos de uso y desempeño durante la actividad. La primera actividad propuesta consiste en ensamblar una vía metabólica usando el modo estudio y las pistas proporcionadas por la aplicación. Usando cartas impresas que muestran la estructura en 2D de las moléculas involucradas en la vía metabólica a estudiar, la cámara del dispositivo móvil puede reconocer dichas cartas y mostrar en la pantalla del dispositivo la estructura en 3D de cada una de las moléculas. Los estudiantes deben organizar las moléculas en una secuencia lógica siguiendo las pistas proporcionadas por la aplicación. Una vez ensamblada la vía metabólica correctamente, los estudiantes deben comenzar el modo juego y responder una serie de preguntas acerca de la vía metabólica estudiada, actividad propuesta para realizar la evaluación del aprendizaje.

Resultados y discusión

The Cell y Google Analytics: retroalimentación para profesores y estudiantes

Analizando los datos actualmente disponibles en GA es posible observar que, desde la asociación del aplicativo a la herramienta de análisis, de abril de 2014 hasta el 21 abril de 2016, 27.646 usuarios descargaron la aplicación. El análisis actual tomará en consideración los datos generales de todos los usuarios que interactuaron con la aplicación durante este período.

A diferencia de las demás aplicaciones, los resultados obtenidos por medio de los datos de GA permiten, en general, un análisis global de los estudiantes. Aunque la evaluación formativa esté orientada para una observación individualizada, el análisis del comportamiento de la clase como un todo también puede ser útil al profesor, especialmente si dispone de poco tiempo y está interesado en datos generales y representativos del grupo de estudio.

Los datos pueden ser vistos por el educador antes de la clase para obtener información como: tiempo promedio de uso de la aplicación, cuántas escenas están siendo visualizadas (figura 5), cuáles son las escenas más vistas o cuál es el recorrido realizado por cada usuario dentro de la aplicación (figura 6). Con estos análisis en mente, y dependiendo del objetivo del profesor, es posible verificar la motivación e interés demostrado por los estudiantes en la actividad sugerida. También es posible direccionar el contenido que será transmitido, relacionándolo con lo que los alumnos han estudiado usando la aplicación, además de ofrecer una retroalimentación para los mismos sobre la importancia de realizar actividades específicas con el recurso.

Otra retroalimentación importante que puede ser dada a los alumnos tiene relación con el tiempo de calidad utilizando el recurso. Si la duración media de la sesión es de 4 minutos y durante este tiempo son visualizadas 15 escenas, por ejemplo: ¿será, que los estudiantes pueden aprovechar todo el aprendizaje posible del recurso? Pasando tan poco tiempo en cada escena es posible que no. De esta forma, el profesor puede sugerir rutas alternativas a los estudiantes para cumplir actividades específicas dentro del recurso que demanden más tiempo o escenas explicativas que pueden auxiliar en la comprensión del contenido estudiado.

Pero, ¿cómo identificar si los estudiantes, o por lo menos la mayoría, cumplen con las actividades sugeridas? En de The Cell es posible rastrear el recorrido del grupo de usuarios, ya que en el momento de asociar el aplicativo a GA el desarrollador configuró el recurso de modo que cada clic fuese

registrado, de este modo todas las acciones posibles pueden ser rastreadas. La interpretación de estos datos describe el recorrido que el grupo como un todo ha seguido (figura 6).

Por ejemplo, en el caso de The Cell, sino se tiene en cuenta la primera escena y la de cámara libre, la mayoría de los usuarios parte inicialmente para las mitocondrias, después para el retículo endoplasmático rugoso y posteriormente para el núcleo. Si, por ejemplo, el profesor solicita a los alumnos que sigan dentro de la célula una vía biosintética secretora (es decir, 1) retículo rugoso, 2) aparato de Golgi, 3) lisosomas y 4) membrana plasmática), él podrá verificar en tiempo real si los estudiantes en general consiguen seguir la vía correctamente, o si por el contrario se encuentran perdidos. De esta manera es posible discutir la vía con el curso para corregir posibles errores conceptuales.

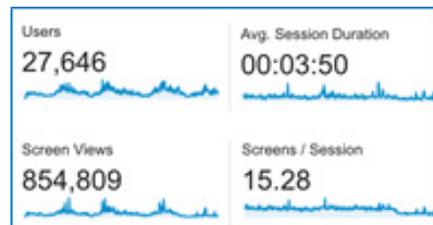


Figura 5. GA muestra la información consolidada del comportamiento de los usuarios, información sobre el número de usuarios que descargaron el aplicativo durante el período de análisis (*users*), cantidad de visualizaciones de cada escena (*screen views*), número de escenas vistas por sesión (*screen/sessions*) y duración media de cada sesión (*avg. sessions duration*).

Si el profesor recomienda una actividad en una organela específica, o recomienda la lectura de un texto disponible en la aplicación, es posible observar cómo el curso se ha comportado en relación con esa actividad, teniendo en cuenta el tiempo que pasaron en esta escena. Si el tiempo medio es

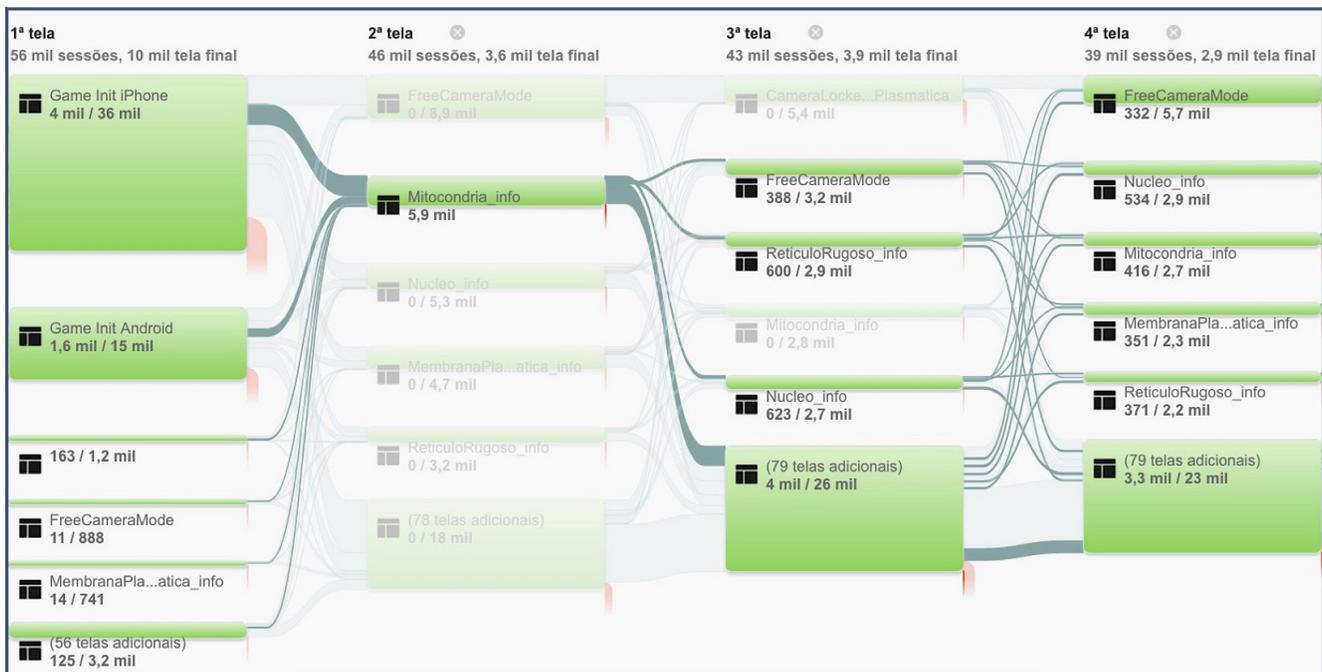


Figura 6. GA tiene una herramienta denominada “flujo de comportamiento”, que se encuentra en la pestaña “comportamiento” esta herramienta ilustra el recorrido que los usuarios en su mayoría han seguido dentro de la aplicación. Sobre cada línea verde está indicado el nombre de la escena visitada. Cuanto más gruesa es la línea mayor es el número de personas que optó por ella durante el recorrido. De esta manera es posible analizar de dónde viene la mayor parte del grupo y para dónde se dirige a partir de cualquier punto de la vía. Basta clicar dos veces sobre el punto deseado y la vía queda destacada en gris oscuro, como se muestra en la figura. En el ejemplo, como la escena inicial no representa una estructura celular específica, clicamos en mitocondria, a fin de verificar la ruta seguida dentro de la aplicación.

de apenas 16 segundos (figura 7), es posible que la actividad no haya sido realizada con atención y cuidado. Los datos referentes a las escenas visitadas pueden ofrecer un panorama de aquello que es interesante para los estudiantes y de las actividades que han apreciado más.

Otro punto importante reside en el hecho de que la actividad puede contener algún error o ser muy aburrida para la mayor parte de los estudiantes, en este caso, es posible observar la tasa de abandono, denominada “porcentaje de salida”. Esta información puede ser útil para profesores o desarrolladores de tecnologías educativas, porque permite que corrijan posibles errores, lo que torna el recurso más efectivo para el proceso de enseñanza (figura 7).

Datos como los descritos anteriormente proporcionan información continua, la cual puede ser utilizada para que los estudiantes perciban que tan distantes o próximos están de los objetivos

propuestos. La retroalimentación es una de las estrategias educacionales y evaluativas con mayor evidencia de eficacia en la enseñanza, se trata de la actividad central en la evaluación formativa, pues estimula la autorregulación del estudiante y puede también direccionar los esfuerzos del profesor (RUSHTON, 2005). A pesar de ser esencial, la retroalimentación no garantiza el aprendizaje sin que haya un adecuado estímulo a los procesos cognitivos y metacognitivos del alumno, que debe ser el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje (FERNANDES, 2006).

Además de sus análisis globales, GA ofrece la posibilidad de individualizar los usuarios por medio de una herramienta denominada “Explorador de usuarios” (figura 8). La herramienta está disponible desde 2016 y permite identificar el usuario, la cantidad de sesiones que realizó y la duración media de cada sesión. Tal información es importante,

Screen Name ?	Screen Views ? ↓	Unique Screen Views ?	Avg. Time on Screen ?	% Exit ?
	854,809 % of Total: 100.00% (854,809)	508,493 % of Total: 100.00% (508,493)	00:00:16 Avg for View: 00:00:16 (0.00%)	6.54% Avg for View: 6.54% (0.00%)
1. FreeCameraMode	67,596 (7.91%)	27,368 (5.38%)	00:00:12	6.31%
2. MembranaPlasmatica_info	51,123 (5.98%)	22,474 (4.42%)	00:00:17	5.57%
3. Nucleo_info	50,779 (5.94%)	23,601 (4.64%)	00:00:15	4.85%
4. ReticuloRugoso_info	47,457 (5.55%)	21,765 (4.28%)	00:00:16	5.19%
5. Game Init iPhone	41,457 (4.85%)	36,180 (7.12%)	00:00:42	18.18%
6. Mitocondria_info	38,015 (4.45%)	22,483 (4.42%)	00:00:18	4.84%
7. MembranaPlasmatica_CompleteMo del	25,001 (2.92%)	9,996 (1.97%)	00:00:08	3.89%
8. Credits_Screen	23,238 (2.72%)	16,703 (3.28%)	00:00:14	12.01%
9. Help_Screen	21,465 (2.51%)	10,577 (2.08%)	00:00:15	6.56%
10. ComplejoGolgi_info	20,717 (2.42%)	14,304 (2.81%)	00:00:23	5.95%

Figura 7. La tabla muestra información como: la cantidad y el porcentaje de visualizaciones de cada escena, el tiempo medio de permanencia en una escena específica y el porcentaje de abandono de cada escena (%Exit).

porque permite al profesor analizar separadamente el comportamiento de los estudiantes. Este abordaje es uno de los objetivos de la evaluación formativa, informar al profesor sobre el perfil del alumnado para que este pueda regular sus acciones y motivar la reflexión, generar consciencia y tornar a sus estudiantes capaces de reconocer y corregir sus propios errores (Hadji, 2001).

ELLIS (2012) afirma que aunque GA tenga como principal objetivo la evaluación de sitios de comercio electrónico, la herramienta ha mostrado ser útil en estudios de tecnología educacional para analizar el uso y el éxito de recursos didácticos. Finalmente, el compromiso de los usuarios, el recorrido realizado por ellos, el aumento en el número de usuarios activos y la duración media de las sesiones son percepciones actitudinales que pueden auxiliar tanto

en la evaluación formativa de los usuarios, como en el análisis de las actividades y la aceptación del recurso educativo.

3DClass

Todos los años 3DClass es utilizado por aproximadamente 90 estudiantes de pregrado en una asignatura de bioquímica experimental. Cada actividad realizada por cada uno de los alumnos se almacena en tiempo real en un banco de datos. Esta información se convierte en una herramienta invaluable al servicio de la evaluación formativa para el profesor. Los resultados son presentados en una interfaz amigable, donde el profesor puede apreciar un panorama general de las dificultades de los alumnos. 3DClass usa el abordaje de flipped classroom,

Client Id 	Sessions  ↓	Avg. Session Duration 
1. 000E454C-E87A-42A4-A21C-47E59DE456BC	73 (2.03%)	00:06:55
2. EF1557DF-C857-41B8-83C0-8B7FC3600DB7	17 (0.47%)	00:05:15
3. 0b37c13430c1a7fface3497946780fe7	14 (0.39%)	00:07:05
4. 07D6D7DD-B774-4D88-A8CC-1D10B75AFC42	13 (0.36%)	00:03:16
5. AE7AC981-82A5-4C0D-9D61-D007A6325174	13 (0.36%)	00:03:46
6. 8AA522C4-E390-445E-88CA-4D3A1BD11862	13 (0.36%)	00:05:00
7. 773c5437f8bfe022b3ccb1eca66723d4	12 (0.33%)	00:01:33
8. 10323727f1d4e5c18933c5c9a0438d8a	12 (0.33%)	00:03:30
9. 410c9c7133314d68d51131414d6cd095	11 (0.31%)	00:13:00
10. 0A552DEB-0106-4384-BC0A-845A5A60B868	10 (0.28%)	00:10:12

Figura 8. Usando GA es posible realizar un seguimiento individualizado de cada usuario (Client Id), analizando información como: la cantidad de sesiones que el realizó y la duración media de cada sesión.

por lo que permite identificar, antes de cada clase, los conceptos con los cuales los alumnos tuvieron mayores dificultades, de esta manera el profesor puede enfocar su clase en esclarecerlos. Al usar los errores o dificultades de los estudiantes para mejorar el proceso de aprendizaje se está teniendo en cuenta una característica clave de la evaluación formativa, mientras que la evaluación sumativa usa esta información solamente para la clasificación de conocimiento de los estudiantes.

La figura 9 muestra los resultados de un test sobre termodinámica, el profesor puede apreciar que las preguntas 1146 y 1154 son las que tienen mayor grado de dificultad para los alumnos. Con esta información el profesor puede enfocar su clase, extenderse en la explicación de estos conceptos y realizar una retroalimentación más eficaz para el aprendizaje de los alumnos. De esta manera, la clase es planificada pensando en el perfil presentado por el curso durante su primer contacto con el contenido.

3DClass permitió también intervenir puntualmente en el aprendizaje de los estudiantes. Mediante los datos de desempeño individual (figura 10), el profesor puede identificar en qué preguntas un alumno en particular no consiguió responder correctamente.

Además, el profesor cuenta con otras herramientas de 3DClass para indagar sobre las causas que llevaron al estudiante a equivocarse en su respuesta. La principal de estas herramientas es la posibilidad que el profesor tiene de ver cada una de las alternativas que el alumno eligió en los intentos que hizo para responder la pregunta (figura 11), lo que permite identificar dificultades conceptuales no solo de este alumno en particular, sino de todos y cada uno de los miembros del curso. Con esta herramienta también puede identificar aquellos alumnos que están respondiendo aleatoriamente las preguntas para intentar adivinar la respuesta correcta.

QuestionId	Question	Answered n times	alternative 1		alternative 2		alternative 3		alternative 4	
			answer	%	answer	%	answer	%	answer	%
1106	Quando uma reação é analisada pelo aspecto energético, está sendo considerada a:	57	Termodinâmica	94.7% (54)	Cinética	5.3% (3)	Velocidade	0.0% (0)	Pressão	0.0% (0)
1114	Dizer que uma reação é exergônica, significa que:	57	Ela é espontânea.	86.0% (49)	Ela não é espontânea.	1.8% (1)	Sua variação de energia livre é positiva.	12.3% (7)	Sua variação de energia livre é zero.	0.0% (0)
1122	A fosforilação da Glicose para formar glicose-6-fosfato, possui ΔG positivo. Para que esta reação ocorra é necessário que esteja:	57	Acoplada com uma reação de ΔG negativo.	82.5% (47)	Acoplada com uma reação de ΔG positivo.	14.0% (8)	Acoplada com uma reação de $\Delta G = 0$.	1.8% (1)	Acoplada com uma reação de $\Delta G = 0$.	1.8% (1)
1130	A energia livre de reações de oxido-redução é aferida pelo:	57	ΔE	75.4% (43)	ΔH	17.5% (10)	ΔT	5.3% (3)	ΔS	1.8% (1)
1138	A variação de energia livre padrão da hidrólise do ATP corresponde a -30,5 kJ/mol. Sabendo disso, pode-se dizer que:	57	a reação de hidrólise do ATP é exotérmica.	93.0% (53)	a reação de hidrólise do ATP é endotérmica.	1.8% (1)	a reação de hidrólise do ATP é neutra.	5.3% (3)	a reação de hidrólise do ATP absorve energia.	0.0% (0)
1146	O valor de ΔG (variação da energia livre de Gibbs) de uma reação (A formado B) corresponde a imagem abaixo. Sendo R a constante dos gases, ou 8,314 J/mol Kelvin, e T a temperatura absoluta (em Kelvin), ex: 298 K (=25°C). [A] e [B] são as concentrações das espécies A e B, respectivamente. Sabendo destas informações, podemos afirmar que:	57	Quando [B] tende a zero, temos que a reação tende a ser exergônica (espontânea) (ou $\Delta G < 0$).	24.6% (14)	No equilíbrio, a energia livre é igual a energia livre padrão.	24.6% (14)	No equilíbrio, a energia livre padrão para A formando B é zero.	29.8% (17)	No equilíbrio, [B]=[A].	21.1% (12)
1154	Seja a reação A—B. Sabe-se que no equilíbrio, nas condições padrão a pH = 7,0, as concentrações de A e B são, respectivamente, 2 M e 0,002 M. Considerando-se que $2,303 RT = 5,71 \text{ kJ/mol}$ (pois $R = 8,314 \text{ J/mol K}$, e $T = 298 \text{ K}$), e sabendo-se que: Podemos dizer que o valor de $\Delta G'$ para a reação é:	57	+17,13 kJ/mol	33.3% (19)	-17,13 kJ/mol	42.1% (24)	-5,71 kJ/mol	5.3% (3)	+5,71 kJ/mol	19.3% (11)

Figura 9. Esta tabla muestra la estructura del banco de datos de 3DClass. El profesor puede apreciar el desempeño de los estudiantes en un test sobre termodinámica. Las alternativas destacadas en verde indican las respuestas correctas, en la columna porcentaje y entre paréntesis se puede apreciar el número de estudiantes que eligieron esta alternativa como correcta.

Name	Date	Duration	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
S01	9 August 2015 11:47:59 PM	00:31:36	3.9	0	0	3.9	0	0	0	0	3.9	0
S02	8 August 2015 07:57:17 PM	00:46:26	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
S03	9 August 2015 03:40:56 PM	01:45:52	3.9	3.9	0	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
S04	7 August 2015 11:55:50 PM	02:29:14	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	0	3.9	3.9	3.9	3.9
S05	9 August 2015 12:42:28 AM	00:13:05	3.9	0	0	0	0	3.9	3.9	0	0	0
S06	8 August 2015 02:49:06 PM	00:52:21	3.9	3.9	3.9	0	3.9	0	3.9	3.9	3.9	0
S07	9 August 2015 01:36:15 PM	01:18:30	3.9	3.9	0	3.9	3.9	0	3.9	3.9	3.9	0
S08	8 August 2015 02:46:19 PM	00:23:24	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
S09	9 August 2015 01:48:41 AM	02:10:14	3.9	0	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9

Figura 10. La tabla muestra de manera individual si los estudiantes respondieron correctamente a cada una de las preguntas del cuestionario. Por ejemplo, el alumno S03 resaltado en amarillo no consiguió responder correctamente la pregunta 3.

Em um sistema-tampão, o que representa o valor de pKa?

- A) O valor de pH em que o tampão tem sua eficiência máxima (Correct Answer)
 B) O valor de pH em que o tampão tem sua eficiência mínima
 C) A constante de dissociação do ácido utilizado no tampão
 D) O logaritmo da constante de dissociação do ácido utilizado no tampão

Figura 11. 3D Class permite ver en detalle cada uno de los intentos de un alumno para responder a las preguntas del cuestionario. En este ejemplo se muestra cómo el alumno eligió, en este intento, la respuesta equivocada (destacada en rojo).

Los resultados de uso de 3DClass muestran que además de facilitar la recolección, almacenamiento y organización de datos, proporciona herramientas

para realizar una evaluación formativa, ya que es capaz de promover interacciones dinámicas entre el profesor y los alumnos (GIKANDI, MORROW, DAVIS, 2011), para monitorear en tiempo real sus objetivos de aprendizaje efectivo.

ARMET

Los resultados mostrados en la tabla 1 corresponden al modo estudio del glicólisis. El cuestionario sobre este tópico está compuesto por diez preguntas. El cuestionario fue resuelto por 65 estudiantes que cursaron la asignatura de introducción al metabolismo.

Tabla 1. Resultados modo estudio glicólisis. Se muestran los cinco primeros (gris) y los cinco últimos estudiantes. Se puede apreciar el número de errores por estudiante, por pregunta y el porcentaje de error.

Estudiante	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
E1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
E2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
E3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
E4	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
E5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
E61	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	5
E62	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3
E63	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
E64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E65	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
Total	10	21	20	10	54	19	18	13	12	8	185
%Error	15.38	32.31	30.77	15.38	83.08	29.23	27.69	20.00	18.46	12.31	

Fuente: base de datos de ARMET.

Esta información permite verificar el progreso del estudiante a lo largo del tiempo en relación al número de errores y aciertos, al igual que ubicar en donde se cometen los errores con miras a evaluar posibles causas. Como se puede apreciar en la tabla 1, la pregunta cinco tiene un alto porcentaje de error. Dentro de las posibles causas se cuentan: 1) la pregunta está mal formulada, 2) la pregunta es demasiado compleja, o 3) los estudiantes tienen un error conceptual sobre este tópico en particular. A partir de este diagnóstico, el profesor puede diseñar una retroalimentación significativa para los

estudiantes y enfocar sus esfuerzos en esclarecer dichos conceptos.

Por medio de la base de datos asociada a ARMET es posible verificar si el tiempo que los estudiantes emplean para desarrollar una actividad está disminuyendo, si el número de errores también disminuye y, de esa forma, verificar el progreso del estudiante en relación con el número de errores y aciertos, al igual que ubicar dónde se cometen los errores con miras a evaluar posibles causas y diseñar intervenciones puntuales. Tales funcionalidades permiten fundamentar la evaluación en una

Tabla 2. Tabla de resultados del valor escalar (VE)*. *ID corresponde a el identificador de cada estudiante, los números de 1 a 23 corresponden a cada pregunta del cuestionario y VE es el valor escalar calculado para cada estudiante.

ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	VE	
E1	4	4	4	3	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	4.6	
E2	2	3	1	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1	3	3	2	2	2.2	
E3	4	4	3	5	4	3	3	3	3	4	5	5	5	4	4	3	5	2	5	4	3	4	5	3	3.9
E4	4	3	3	4	5	4	4	4	4	3	5	3	5	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	5	3.8
E5	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	2	3	3	3	4	4	3	3.5
E6	2	4	3	4	4	4	4	3	4	4	5	3	5	4	4	5	5	3	4	4	3	4	4	3	3.8
E7	5	5	3	4	3	3	5	4	4	4	4	4	5	4	4	3	5	3	5	4	4	3	4	4	4.0
E8	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	4	4	5	3	5	4	5	4	4	4	4.1
E9	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3.9
E10	3	4	4	4	5	5	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	1	1	3	4	2	5	4	3	3.7
E11	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	4	4	5	3	5	5	5	5	5	3	4.6
E12	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4	4.8
E13	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	2	3.0
E14	2	4	5	3	5	5	3	5	4	3	5	5	5	3	4	5	5	2	3	4	3	5	4	3	3.9
E15	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	4	4	4	4.7
E16	4	5	4	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	2	3	4	4	5	5	5	3	4	5	4.3
E17	3	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	3	4	3	4	3	5	3	4.1
E18	3	4	3	2	5	5	4	5	4	5	4	5	4	3	5	5	2	4	5	3	4	3	4	4	4.0
E19	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.0
E20	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	3	5	4	3	5	4	5	4	4	4	4.1
E21	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	3	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4.5

Fuente: base de datos de ARMET.

base epistemológica constructivista y en principios pedagógicos relacionales, auxiliando el proceso de evaluación formativa como un todo.

En otras palabras, la observación y el acompañamiento que el aplicativo permite son esenciales en la evaluación formativa, dado que dicha modalidad evaluativa no es estática y se basa en un proceso cíclico y continuo de análisis y acción. La retroalimentación que posibilita este recurso también es mencionada en la literatura como una de las principales estrategias de la evaluación formativa para promover la mejora del proceso de aprendizaje, pues el alumno puede ser capaz de reconocer y corregir sus propios errores (HADJI, 2001).

Además de contar con el módulo de colecta, almacenamiento y análisis de datos, ARMET cuenta con un módulo de evaluación del aplicativo. Se trata de un cuestionario de tipo Likert que pretende evaluar la valoración de utilidad que los estudiantes dan al recurso pedagógico para su aprendizaje del metabolismo. Los resultados corresponden a una clase de 21 estudiantes que cursaron la asignatura de introducción al metabolismo. Fue aplicado un cuestionario con 23 preguntas, en el cual deberían valorar su acuerdo o desacuerdo con cada una de las afirmaciones en una escala de uno a cinco, siendo uno total desacuerdo y cinco total acuerdo (tabla 2).

Una vez resuelto el cuestionario, se calculó el valor escalar (VE) que corresponde al promedio de las respuestas. Una vez calculado el valor escalar se crearon cuatro categorías de utilidad (tabla 3).

La evaluación y percepción de utilidad de los recursos pedagógicos por parte de los estudiantes son la mejor herramienta de retroalimentación con la que profesores y desarrolladores cuentan para el continuo mejoramiento del recurso. También se constituyen en un valioso aporte para la evaluación formativa, ya que el estudiante es incluido e invitado a expresar de manera objetiva, si las actividades académicas realizadas por él cumplen sus expectativas y si considera que sus objetivos de aprendizaje están siendo alcanzados.

Para los próximos pasos de evaluación de los tres aplicativos descritos, el valor escalar de utilidad cobrará mucha importancia porque este indicador junto con los indicadores de uso del aplicativo y las notas obtenidas en evaluaciones de conocimientos permitirán realizar pruebas estadísticas de correlación, con el objetivo de valorar la eficiencia del recurso pedagógico para lograr los objetivos de aprendizaje propuestos.

Conclusiones

A pesar de que en esencia la evaluación formativa se trata de un concepto ideal de evaluación, se pueden realizar algunos esfuerzos para que exista y sea viable su aplicación eficiente. Dentro de estos esfuerzos posiblemente el más relevante es el desarrollo de métricas más transparentes y coherentes, que posibiliten al profesor sistematizar criterios e indicadores que permitan reducir efectivamente la

Tabla 3. Categorías de utilidad creadas a partir del valor escalar. Al sumar el porcentaje de las categorías medianamente útil y muy útil, se puede observar que el 95.2% de los estudiantes consideran que ARMET es una herramienta útil para su aprendizaje del metabolismo.

	Valor escalar	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Valoración de utilidad para el aprendizaje del metabolismo	1 a 1.9	Inútil	0	0.0%
	2 a 2.9	Poco útil	1	4.8%
	3 a 3.9	Medianamente útil	8	38.1%
	4 a 5	Muy útil	12	57.1%
Total			21	100%

Fuente: base de datos de Armet.

subjetividad del proceso evaluativo. También se hace necesario que durante el proceso de evaluación se logre individualizar al máximo a los alumnos de manera que sea posible ofrecerle a cada uno una evaluación más justa y cuidadosamente refinada. Los datos obtenidos por medio de las herramientas asociadas a las tres aplicaciones educativas descritas en este trabajo ofrecen esas métricas y por consiguiente posibilitan la aplicación de las premisas de la evaluación formativa.

Cuando el profesor dispone de tiempo para caminar por el salón de clase, conversando con los alumnos, escuchando sus discusiones, dando soporte cuando hacen preguntas, aclarando algunos puntos y percibiendo su reacción a otros puntos de vista se consolida el proceso de evaluación formativa. Este tiempo de calidad solo puede ser obtenido cuando los estudiantes están inmersos en actividades que pueden producir un aprendizaje significativo y que permitan identificar sus dificultades, de modo similar a como es descrito en este trabajo.

En relación con perspectivas futuras, y conforme con la literatura consultada, se puede afirmar que la tendencia para la adopción y adaptación de este tipo de evaluación se incrementará. Probablemente debido al uso de nuevas tecnologías educativas que impulsen el surgimiento de nuevas técnicas y recursos evaluados y validados para su implementación. Si tomamos en consideración que las premisas en el contexto educativo son las de no homogenizar grupos de estudiantes y las de no utilizar solamente una metodología de evaluación, se puede concluir que los recursos didácticos que permitan individualizar los estudiantes por estilos de aprendizaje y disponibilizar actividades propias para cada estilo se convertirán, en un futuro no muy lejano, en la principal ayuda para los profesores a la hora de evaluar efectivamente los procesos de aprendizaje de sus estudiantes (FERNANDES, 2009).

Referencias

American Association for The Advancement of Science (AAAS). **Vision and Change in Undergraduate**

Biology Education: A Call to Action. Washington: Estados Unidos. 2011. Disponible en: <<http://visionandchange.org/files/2011/03/VC-Brochure-V6-3.pdf>>.

ANDERSON, R. T. Bridging the Gap: Bridging the Educational Research-Teaching Practice Gap: The power of Assessment. **Biochemistry Molecular Biology Education**, v. 35, n. 6, pp. 471-477. 2007.

AYALA, J. **Evaluación externa y calidad de la educación en Colombia. Documentos de trabajo sobre economía regional.** Banco de la República. Bogotá: Colombia, 2016.

BONK, C. J.; GRAHAM, C. R. **Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs.** Pfeiffer Publishing. San Francisco: Estados Unidos, 2004.

BORGES M. C.; MIRANDA C. H.; SANTANA, R. C.; BOLLELA, V. R. Avaliação Formativa e aprendizado na saúde. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 47, n. 3, pp. 324-31. 2014.

CARVALHO, L. M. O.; MARTINEZ, C. L. P. Avaliação formativa: a auto-avaliação do aluno e a auto formação de professores. **Ciência y Educação**, v. 11, n. 1, pp. 133-144. 2005.

CASEIRO, C. C. F.; GEBRAN, R. A. Avaliação formativa: concepção, práticas e dificuldades. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 15, n. 16, pp. 141-161. 2008.

CASTRO, F. G.; KELLISON, J. G.; BOYD, S. J.; KOPAK, A. A Methodology for Conducting Integrative Mixed Methods Research and Data Analyses. **Journal of Mixed Methods**, v. 4, n. 4, pp. 342-360. 2010.

CLIFTON, B. **Advanced Web Metrics with Google Analytics.** 3 ed. John Wiley y Sons. Indianapolis: Estados Unidos, 2012.

ELLIS, D. Google Analytics as a Tool in the Development of e-Learning Artefacts: A Case Study. In: Brown, M.; Hartnett, M.; T. Stewart (eds.), Wellington, Nueva Zelanda. Actas de ASCILITE. Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education Annual Conference 2012, Web. 2012. <http://www>.

ascilite.org/conferences/Wellington12/2012/pagec16a.html

- FERNANDES D. Para uma teoria da avaliação formativa. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 19, n. 2, pp. 21-50. 2006.
- FERNANDES, G. G. **Interface Humano Computador: prática pedagógica para ambientes virtuais**. EDUFPI: Teresina: Brasil, 2009.
- GAGNE, R. M.; WAGER, W. W.; GOLAS, K.; KELLER, J. M. **Principles of Instructional Design**. 5 ed. Thomson y Wadsworth. Belmont: Estados Unidos, 2007.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (orgs.). **Métodos de Pesquisa**. Editora UFRGS. Porto Alegre: Brasil, 2009.
- GIKANDI, J. W.; MORROW, D, N.; DAVIS, E. Online Formative Assessment in Higher Education: A Review of the Literature. **Computers and Education**, v. 57, n. 4, pp. 2333-2351. 2011.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. Atlas. São Paulo: Brasil, 2008.
- HADJI, C. **Avaliação desmistificada**. Artmed Editora. Porto Alegre: Brasil, 2001.
- JENG, Y.-L.; WU, T.-T.; HUANG, Y.-M.; TAN, Q.; YANG, S. J. H. The Add-on Impact of Mobile Applications in Learning Strategies: A Review Study. **Educational Technology & Society**, v. 13, n. 3, pp. 3-11. 2010.
- KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Realidade virtual e aumentada: Conceitos e aplicações**. Petrópolis, Brasil. Libro del IX Symposium on Virtual and Augmented Reality. Impreso. 2007.
- LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e criando a prática**. 2 ed. Malabares Comunicações e eventos. Salvador de Bahía: Brasil, 2005.
- MARTIN, F.; NDOYE, A. Using Learning Analytics to Assess Student Learning in online Courses. **Journal of University Teaching and Learning Practice**, v. 13, n. 3, p. 7. 2016.
- PARSLOW, G. Commentary: Learning analytics: Ephemeral Rhetoric or Valuable Approach? **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 42, n. 2, p. 178. 2014.
- RUSHTON, A. Formative Assessment: a Key to Deep Learning? **Medical Teacher**, v. 27, n. 6, pp. 509-513. 2005.
- SILVA, T AND GALEMBECK, E. 3DClass: a virtual learning environment in a biochemistry classroom. **Med Educ**, v. 48, pp. 1111-1112. 2014.
- SEILHAMER, R.; CHEN, B.; SUGAR, A. A Framework for Implementing Mobile Technology. In: Z. Zane Berge and L. Muilenburg (eds.). **Handbook of Mobile Learning**. Routledge. Londres: Inglaterra. pp. 382- 394. 2013.
- TRETTETTER, T. R.; JONES, M. G.; ANDRE, T.; NEGISHI, A.; MINOGUE, J. Conceptual Boundaries and Distances: Students' and Experts' Concepts of the Scale of Scientific Phenomena. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 43, n. 3, pp. 282-319. 2006.
- UNITED STATES OF AMERICA. National Research Council (NRC): Committee on Developing Assessments of Science Proficiency in K-12. **Developing Assessments for the Next Generation Science Standards**. Pellegrino, J.W.; Wilson, M.R.; Koenig, J.A.; Beatty, A.S (eds.). The National Academies Press. Washington: Estados Unidos. 2014.
- VLAARDINGERBROEK, B.; TAYLOR, N.; BALE, C. The problem of scale in the interpretation of pictorial representations of cell structure. **Journal of Biological Education**, v. 48, n. 3, p. 154-162. 2014.





CONTEÚDOS AMBIENTAIS NO ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE DOS CURRÍCULOS, DOS LIVROS DIDÁTICOS E MATRIZES DE AVALIAÇÃO NACIONAL NO BRASIL

Environmental contents in the teaching of chemistry: an analysis in standards, educational books, and assessment matrices in Brazil

Diana Lineth Parga Lozano¹

Cómo citar este artículo: Parga, D. L. (2017). Conteúdos ambientais no ensino de química: análise dos currículos, dos livros didáticos e matrizes de avaliação nacional no Brasil. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 117-130.
doi: 10.14483/23464712.10848

Recibido: 19 de agosto 2016 / Aceptado: 19 de abril de 2017

Resumo

As pesquisas em educação em ciências hoje reclamam que é preciso formar sujeitos responsáveis nas ações, e críticos da realidade sócio ambiental; para isto se requer professores, organizações curriculares e avaliações que trabalhem nesta perspectiva. Assim, foi feita uma pesquisa para determinar a correspondência entre o ensino, a aprendizagem e a avaliação dos conteúdos ambientais nos currículos e livros didáticos para o ensino de química no Brasil. Fizemos uma análise de conteúdo dos parâmetros curriculares em sete livros de química e, nas provas “Exame Nacional do Ensino Médio: ENEM”. Encontramos que o ensino de química entorno aos conteúdos ambientais e as estratégias de ensino, no que tem a ver com o ambiental, nos parâmetros curriculares e na maioria de livros didáticos analisados, estão de acordo com os referenciais das pesquisas atuais em didática das ciências e na educação ambiental. Mas, nas provas de avaliação ENEM há pouco conteúdo relacionado com o ambiental, e estes poucos estão descontextualizados e se apresentam de maneira tradicional; portanto, não atendem às políticas educacionais ambientais, o que significa que há desarticulação entre o que se propõe ensinar de acordo com as políticas educacionais e o que se avalia nesta prova nacional.

Palavras chaves: conhecimento didático do conteúdo (CDC), conteúdos ambientais, educação ambiental, ensino de química, materiais curriculares.

1. Professora na Universidade Pedagógica Nacional. Doutoranda na Universidade Estadual Paulista (UNESP). Correo electrónico: dparga@pedagogica.edu.co.

Abstract

Research in sciences education currently complain that is necessary to educate people responsible to act and critical thought about social environmental reality, it requires teachers, curriculum organizations and assessments to work in this perspective. Thus, this research was conducted to determine correspondence between teaching, learning and evaluation of environmental contents in curricula and textbooks for teaching chemistry in Brazil. We did a content analysis of curricular standards in seven chemistry books and in the tests "National High School Examination: ENEM". We found that chemistry teaching around environmental contents and teaching strategies in relation to environmental aspects in the curricular parameters and in most of the textbooks analysed are in agreement with the references of the current research in didactics of sciences and environmental education. However, in ENEM evaluation tests there is few content related to the environment, and these few are decontextualized and presented in a traditional way; Therefore, do not meet environmental education policies, which means that there is disarticulation between what is taught according to educational policies and what is evaluated in this national test.

Keywords: pedagogical content knowledge, environmental content, environmental education, teaching chemistry, curriculum materials.

Introdução

A abordagem das problemáticas ambientais é atualmente um dos desafios da sociedade e da escola. A importância da temática está relacionada com a frequência em que acontecem diversas formas de agressão à natureza, especialmente contra a vida e o vivo; as desigualdades entre seres humanos, os chamados ricos e pobres, o acréscimo do consumismo/produzitivismo, o esgotamento das culturas locais, etc. Portanto, o interesse na questão ambiental tem levado à organização de encontros internacionais em procura de soluções que se localizam principalmente nas escolas, toda vez que este é um espaço privilegiado na formação de sujeitos responsáveis e de compromissos éticos e morais com a sua própria vida e a do seu entorno, além disso, a escola contribui para manter os critérios sócio culturais necessários na supervivência do planeta.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi analisar os conteúdos ambientais que poderiam desenvolver os professores no ensino da química a partir das matrizes do sistema de avaliação (ENEM); dos parâmetros curriculares e dos livros didáticos de ensino médio no Brasil. Procuramos responder à pergunta sobre as correspondências entre ensino, aprendizagem e avaliação dos conteúdos ambientais nos currículos e materiais didáticos para o ensino de química. O estudo foi de natureza qualitativa descritiva, a partir da análise de conteúdo sobre os documentos enunciados; concluímos que nos livros didáticos de química, em geral, os conteúdos com implicações CTS-A (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) ainda estão distantes do desejável do enfoque, toda vez que o tratamento dos temas é direcionado para a aprendizagem da química mais do que para a aprendizagem da crítica reflexiva; as estratégias propostas têm um enfoque do tipo CTS

nos conteúdos, porém o trabalho prático se foca mais em exercícios tradicionais do que em problemas com conteúdo ambiental; só tem destaque a proposta de um livro que apresenta uma perspectiva holística e complexa ao incluir em seus capítulos dimensões sociais, políticas, econômicas, éticas e ecológicas da problemática.

Encontramos que os parâmetros curriculares do Brasil apresentam componentes sistêmicos, complexos e holísticos da problemática ambiental para ser considerados no ensino de química, o que se espera seja inserido nos livros didáticos e na atuação dos professores quando desenvolvem propostas de educação para o tema ambiental. Por outro lado, as matrizes do sistema de avaliação do ENEM são incipientes em quantidade de conteúdos ambientais a partir da química, encontramos que a temática ambiental se limita ao aspecto ecológico do problema, o que é contrário aos parâmetros curriculares neste país. Assim, pode se afirmar que existe pouca correspondência entre ensino, aprendizagem e avaliação dos conteúdos ambientais nos currículos e materiais didáticos para o ensino de química; mas se o ensino dependesse somente destes materiais/documentos, a organização do currículo para a educação ambiental seria mais difícil, ainda o professor tem a possibilidade de planejar ações mais coerentes com a demanda atual da sociedade evidenciada na literatura, que por sua vez depende de sua formação, seus interesses e o sentir da comunidade acadêmica na qual trabalha para abordar este novo desafio relacionado ao ambiental.

Conteúdos ambientais em ensino de química

Ao analisar conteúdos em disciplinas e materiais didáticos para ensinar o ambiental encontramos que não existe uma disciplina específica e nem livros didáticos especializados para o ensino desta temática nos níveis fundamental e meio, mas também não estamos propondo que se tenham disciplinas específicas para isto já que reconhecemos que trata

temas complexos que não podem ser aprendidos somente na perspectiva teórica, mas que precisam ser tratados de maneira interdisciplinar do mesmo jeito como tem sido trabalhado na literatura e no planejamento de propostas transversais nas escolas. Contudo, se encontra que em geral, esta temática é inserida nos currículos como temáticas correspondentes ao ensino de ciências da natureza e ciências sociais, especificamente como um conjunto de temas, objetivos e atividades pontuais focadas especialmente nos *conteúdos conceituais* (CC), os *atitudinais* (CA) e os *procedimentais* (CP), os quais, além disso, não se trabalham integradamente.

Neste aspecto concordamos com CALAFELL, BONIL e JUNYENT (2015 p. 37) que chamam a atenção sobre o fato de que ensinar conteúdos ambientais não é dar nem ter uma listagem de temáticas a ser estudada com os alunos, e nem são disciplinas “ambientalizadas” que se limitam à reflexão epistemológica desta, porque a didática do ambiental (DA) deve ter além dos próprios conteúdos para ser ensinados, as dimensões social, ética, cultural, econômica e política que consigam uma Educação Ambiental (EA).

Na análise dos materiais didáticos no especial dos livros didáticos, os temas ambientais se apresentam como temas de início ou como projetos ao final dos capítulos com a finalidade de chamar a atenção dos alunos e gerar interesse na temática disciplinar. O livro didático é o material mais comum na escola para educar os alunos no estudo de problemáticas ambientais, porém não é suficiente e nem pertinente. Neste ponto concordamos com a análise feita por GAVIDIA e CISTERNA (2000) em 20 livros didáticos de ciências da natureza para o ensino fundamental na Espanha; eles estudaram como é apresentada a ecologia aos alunos entre 12 e 16 anos; encontraram que os livros não consideram as recomendações dos parâmetros curriculares nacionais quanto à dimensão ambiental dos conteúdos; não contemplam de forma adequada conceitos relacionados com o entorno local, é escassamente tratam a dimensão social das problemáticas ambientais, os conteúdos

procedimentais não são usados para gerar novos conhecimentos pois se focam em atividades de aprendizagem por repetição, as práticas de laboratório não concordam com critérios da metodologia científica, as atividades de campo têm um propósito lúdico mais do que procedimental para gerar habilidades de compreensão dos ecossistemas, faltam atividades para adquirir um sistema de valores e atitudes positivas no estudo da problemática ambiental.

Abordagens de Conteúdos Ambientais por professores de química

Os estudos em didática das ciências mostram que as disciplinas sobre ciências que trabalham conteúdos ambientais são principalmente biologia e química, as quais por sua vez tem perspectivas predominantemente de trabalho em temáticas transversais, por exemplo, a partir da relação ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTS-A) e/ou a partir de controvérsias ou questões sócio científicas (QSC).

Entendemos que as temáticas transversais não se constituem em uma outra disciplina, mas são temas que devem estar inseridas no ensino de diversas disciplinas, neste sentido MEMBIELA (2001) e YUS (1997) indicam que são conteúdos que dependem da organização curricular disciplinar, não têm uma localização precisa, atuam como eixos organizadores dos conteúdos disciplinares e carecem de uma epistemologia própria. Estes temas devem provocar uma preocupação pelos problemas sócio-naturais com o intuito de que os alunos articulem os conteúdos científicos que aprendem com suas reflexões e análise das problemáticas em uma perspectiva de educação integral e não de ensino de pacotes de conteúdos isolados entre si; é preciso que os alunos relacionem a escola com a vida; recebam uma educação em valores; adotem uma perspectiva sócio crítica dos temas que afetam a humanidade. Mas o que temos encontrado é que o conteúdo ambiental no ensino de química não é assumido como tema transversal.

Segundo BAZZO, LINSINGEN, TEIXEIRA (2003 p.159) o enfoque CTS-A ao ser interdisciplinar estuda a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto no que diz respeito aos seus antecedentes sociais quanto no que corresponde a suas consequências sociais e ambientais. Porém, no nível de ensino fundamental e meio o enfoque CTS para o trabalho de conteúdos se dá principalmente no âmbito da introdução das disciplinas científicas. Para o caso do ensino de química se costuma utilizar exemplos: SATIS: Science and technology in society; APQUA: Aprendizagem dos Produtos Químicos, Usos e Aplicações; SALTERS; ChemCom; Chemistry and the Community; CEPUP: chemical education for public understanding program; Chemistry in context e Química e Sociedade.

Por sua vez as QSC envolvem discussões e controvérsias de interesse público relacionadas com pesquisas tecno-científicas com grande impacto na sociedade (MARTÍNEZ, PARGA, 2013). Quando estas temáticas são trabalhadas pelos professores de química, o enfoque ambiental tem a maior presença: por exemplo, trabalham-se perguntas como, *vale mais a água ou o ouro?; qual a importância dos alimentos transgênicos?; a água é mercancia ou um bem comum dos seres vivos do planeta Terra? A perspectiva CTS-A faz ênfase na formação cidadã dos sujeitos e as QSC desenvolvem dita formação cidadã através de temas controversos como os riscos para a saúde e o impacto no meio ambiente de determinados desenvolvimentos tecno-científicos, por isto é preciso ir além dos conteúdos científicos para a educação na tomada de consciência, neste sentido GORDILLO (2006) descreve exemplos como *o Amazonas e a contaminação, a controvérsia sobre a água, a industrialização e a ecologia, a extração de petróleo no litoral.**

Baseados no apresentado anteriormente, podemos dizer que o ensino da temática ambiental na química pode se caracterizar pelo enfoque CTS-A; mas é preciso analisar as propostas do ensino do ambiental poderiam ser incorporadas no ensino de química segundo os referenciais teóricos adotados neste trabalho. A tabela 1 resume modelos da EA.

Tabela 1. Exemplo de modelos da educação ambiental (EA) que poderiam favorecer o ensino de química.

Critérios	Características de modelos didáticos pelo ambiental
<p>CALAFELL <i>et al.</i> (2015) É preciso mudar os propósitos educacionais e os processos de desenvolvimento do sujeito na organização curricular</p>	<p>É necessário que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • As instituições promovam a identidade cultural e a transformação social; • O currículo passe de ser monodisciplinar para ser multidisciplinar, por exemplo, no que tem a ver com a inclusão de educação para a relação entre o racional e o emocional; • O currículo deixe de ser uma organização horizontal para ser entendido como uma rede, assim passe de ser estático para ser dinâmico com diversas visões disciplinares a diálogos entre elas; • Se deixe de estudar temáticas para estudar fenômenos e deixe de simplesmente passar informação para propiciar uma compreensão de modelos; • Se avance para uma avaliação acreditada e não para uma avaliação reguladora.
<p>GARCÍA (2015): Os modelos são construções teórico-práticas para descrever a realidade educacional. Propõem instrumentos, normas e pautas para a intervenção</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No <i>modelo didático tradicional</i> o professor passa saberes disciplinares e valores para o cuidado ambiental; não tem conteúdos nem objetivos específicos do foco ambiental, somente temáticas e atividades (saídas pedagógicas, celebrar o dia do ambiente, campanha de divulgação, etc.). • No <i>modelo tecnológico</i>, a EA trata-se de adquirir rotinas, hábitos, condutas pró-ambientais; carece de uma visão global dos problemas, não se resolvem problemas complexos; trabalham por exemplo com agenda 21 para reduzir consumo de energia ou de água. • No <i>modelo ativista</i> se fazem dias de reflexão, desenho de materiais, é superestimada a experiência, o professor não indaga sobre o que acontece na mente do aluno quando recicla papel ou quando analisa um indicador de contaminação da água porque assume o papel de observador, portanto, ocorre uma simulação da aprendizagem significativa. • No <i>modelo construtivista</i>, a perspectiva é complexa e crítica, precisa de um modelo não reducionista e integrador.
<p>SAUVÉ (2010) Mostra uma diversidade de perspectivas, conceitos de EA, e de estratégias de ensino que com relações entre os saberes e as ações construídas de forma recíproca.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • O ambiente é o <i>problema</i>; corrente da EA <i>resolutiva</i>. As estratégias são: estudo de casos, análises de situações problema, experiências de resolução de problemas associadas ao desenvolvimento de projetos. • O ambiente é um <i>sistema</i>; perspectiva da EA <i>sistema</i>. As estratégias são: estudo de casos, análises de sistemas ambientais. • O ambiente é <i>objeto de valores</i>; perspectiva da EA <i>moral/ética</i>. As estratégias são: análises de valores, clarificação de valores, crítica de valores sociais. • O ambiente é <i>objeto de transformação, lugar pela emancipação</i>; perspectiva da EA <i>crítica</i>. As estratégias são: análises de discurso, estudo de casos, debate, investigação-ação. • O ambiente é <i>objeto de solicitação</i>; perspectiva da EA <i>feminista</i>. As estratégias são: estudo de casos, imersão, oficinas de criação, atividade de intercâmbio e de comunicação. • O ambiente é um <i>lugar de identidade, natureza/cultura</i>; perspectiva da EA <i>etnografia</i>. As estratégias são: contos, narrações e lendas, estudo de casos, imersão, parcerias. • O ambiente é um <i>recurso para o desenvolvimento econômico, recursos compartilhados</i>; perspectiva da EA <i>viável/sustentável</i>. As estratégias são: estudo de casos, experiência de resolução de problemas, projeto de desenvolvimento viável/sustentável.

Fonte: adaptado de PARGA, MORA (2016).

Análises dos Conteúdos Ambientais nos currículos e livros didáticos de ensino de química

- Os documentos analisados foram:

A lei de diretrizes e base da educação lei n. 9394 (BRASIL, 1996 p. 15) que para o ensino médio estabelece que os currículos do ensino fundamental e médio devem inserir os princípios de proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios.

As orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemáticas e suas tecnologias (BRASIL, 2006 p. 114-115) que descreve as competências básicas que os alunos devem desenvolver dentro das categorias *conhecimentos químicos, habilidades e valores de base comum*. Conhecimentos como propriedades das substâncias e dos materiais; transformações –caracterização, aspectos energéticos e dinâmicos–; modelos de constituição –substâncias e transformações químicas. Habilidades e valores de base comum como os *relativos à história e à filosofia da química e suas relações com a sociedade e o ambiente*. O desenvolvimento de competências se propõe principalmente no procedimental e atitudinal que compreende a química como atividade científica, a tecnologia química, a relação química e sociedade e a relação de cidadania com o meio ambiente, pontualmente se propõem as seguintes competências:

Reconhecimento de aspectos relevantes do conhecimento químico e suas tecnologias na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente. Compreensão e avaliação da ciência e da tecnologia química sob o ponto de vista ético para exercer a cidadania com responsabilidade, integridade e respeito. Desenvolvimento de atitudes e valores comprometidos com o ideal de cidadania planetária, na busca de preservação ambiental do ponto de vista global e de ações de redução das desigualdades étnicas, sociais e econômicas. Desenvolvimento de ações engajadas na comunidade para a preservação ambiental (BRASIL, 2006 p. 115).

Observa-se que as competências são descritas desde uma perspectiva interdisciplinar, baseada em sua complexidade e contextualização, também inclui dimensões do conhecimento didático do conteúdo como o conhecimento da química, de sua história e epistemologia, de sua tecnologia, das implicações sociais, cidadãs e ambientais. Enquanto a metodologias de ensino dito documento propõe a abordagem interdisciplinar e a contextualização, a partir de situações reais trazidas do cotidiano ou criadas em sala de aula através da experimentação (BRASIL, 2006 p. 117). Além disso, faz ênfase na discussão de assuntos sócio-científicos articulados aos conteúdos químicos e aos contextos, os quais,

Propiciam que os alunos compreendam o mundo social em que estão inseridos e desenvolvam a capacidade de tomada de decisão com maior responsabilidade, na qualidade de cidadãos, sobre questões relativas à Química e à Tecnologia, e desenvolvam também atitudes e valores comprometidos com a cidadania planetária em busca da preservação ambiental e da diminuição das desigualdades econômicas, sociais, culturais e étnicas (MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO E SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA, 2006 p.119).

Estas características descrevem uma abordagem ambiental a partir do ensino de química integrado, sistêmico, complexo, e não fragmentado tal como o solicita o Plano Nacional de educação, PNE (BRASIL, 2000) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, PCN+EM (BRASIL, 2002).

- Quanto a análise dos livros didáticos, foram selecionados os citados na tabela 2.

Ali observamos que o livro *Química & Sociedade* traz uma proposta articulada aos parâmetros curriculares, isto é, que além dos conteúdos ambientais como foco na maioria dos temas disciplinares de química, os temas se relacionam com o conteúdo ambiental por meio da análise das implicações ecológicas, políticas, econômicas e sociais ao longo das seções e das atividades propostas, quer dizer

que a questão ambiental está nos conteúdos e nas atividades como problemas ambientais superando o simples estabelecimento de implicações ecológicas ou a simples apresentação de tópicos no início ou no final dos capítulos. Em seguida, um exemplo do tema desenvolvido e uma atividade da seção “Tema em foco”

Plástico no ambiente

... para reduzir satisfatoriamente as consequências negativas decorrentes da produção e do descarte dos plásticos, são necessárias mudanças profundas em diversos segmentos da sociedade. A indústria precisaria considerar não apenas o custo financeiro, mas também o custo ambiental do plástico. O governo precisaria incentivar pesquisas e estabelecer políticas de reaproveitamento de plásticos. A população deve aprender a usar racionalmente tudo que é produzido com plástico, diminuindo seu consumo para reduzir os problemas ambientais que ele causa.

Pense, debata e entenda

1. Explique como novos materiais, como os plásticos mudam nossa sociedade.
2. Qual é a importância dos plásticos na sua vida?
3. Comente a seguinte questão: É correto utilizarmos o petróleo (recurso não renovável) para a produção de plástico, sabendo que o destino final deste material quase sempre é o lixo?
4. Quais são os problemas causados ao meio ambiente pelos plásticos? (PEREIRA *et al.* 2008, p. 565).

Os livros da coleção *Química cidadã* desenvolvem conteúdos ambientais, mas não como temas centrais em todas as unidades. É uma proposta similar ao livro *Química & Sociedade* em sua estrutura já que varias das seções têm o mesmo nome, sua diferença é principalmente que contém menor quantidade de Conteúdos Ambientais. Um dos exemplos do conteúdo e de atividade é transcrito em seguida da seção “Tema em foco”:

Ciência para a paz

... o modelo de desenvolvimento que adotamos hoje coloca uma série de riscos ao ambiente e, conseqüentemente, à humanidade. Será que não podemos evoluir nossa visão de mundo, usá-lo para vivermos em um outro modelo de sociedade? ...

A polêmica está posta. Quem deve decidir sobre as utilizações da energia nuclear e da radioatividade? Os cientistas? Os tecnocratas que trabalham para as empresas? Os políticos? A população? Seria melhor, acreditamos, que a sociedade como um todo se posicionasse sobre essas questões. O debate envolve aspectos econômicos, éticos, políticos, e ambientais...

Pense, debata, entenda. Responda às questões no caderno

1. Discuta com seus colegas justificando seus argumentos:
 - e. É ética a participação de cientistas em projetos militares de produção de armas?
 - f. Na sua opinião: de quem e a responsabilidade do uso de armas nucleares?
2. Faça uma pesquisa sobre os motivos que levaram ao lançamento, na segunda guerra mundial, das bombas atômicas sobre Hiroshima e Nagasaki, e discuta as consequências políticas, econômicas, sociais e ambientais de tal decisão (PEREIRA, *et al.* (2010c pp. 326-327).

Os livros da coleção *Química na abordagem do cotidiano* é uma proposta tradicional com uma sequência de conteúdos de química. No desenvolvimento dos temas apresenta problemáticas contextualizadas com situações da vida rotineira do aluno, porém, os conteúdos ambientais são esporádicos como se apresenta na tabela 2. A maioria das atividades são exercícios *de lápis e papel* para que o aluno resolva, também perguntas abertas, fechadas ou de múltipla escolha. Um exemplo do trecho encontrado com conteúdo ambiental foi Na seção “Informe-se sobre a Química”:

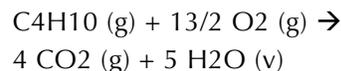
Mudanças climáticas

... para a secretária de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental do Ministério do Meio Ambiente e membro do IPCC, Suzana Kahn, o resultado da COP15 foi decepcionante, uma vez que os chefes do estado discutiram mais a questão econômica das nações ricas e emergentes, e se esqueceram daqueles que vão sofrer dramaticamente os efeitos das mudanças climáticas.

“Existem muitos países africanos, por exemplo, que irão sofrer demais com o aumento da temperatura. No entanto, parece que a discussão tomou um viés econômico e político, o que eu acho muito preocupante. A questão climática ultrapassa a fronteira ambiental. É uma questão de desenvolvimento, de justiça, de equidade” afirmou Suzana Kahn...

Você entendeu a leitura? Responda em seu caderno

1. A reação de combustão do C₄H₁₀ é representada pela equação abaixo:



Demonstre através de cálculos que a combustão completa de 1,00 g de C₄H₁₀ produz 3,03 g e CO₂...

6. Pesquise quais são os países mais poluidores do mundo. Elabore uma redação analisando criticamente a situação. (MIRAGAIA, LEITE, 2010a pp. 383-384).

Tabela 2. Livros didáticos de química para o ensino médio no Brasil.

Título/ano	Ex. de seções com Co-A	Ex. de atividades com Co-A
Química & sociedade QS 2008	Na seção <i>Tema em foco</i> , os exemplos são: Lixo: Material que se joga fora? Poluição e desenvolvimento: uma parceria que não dá certo; sujeira no ar: combustão, poluição e automóveis; camada de ozônio quem a protegerá? Agrotóxico de mocinho a bandido; polêmica sobre os transgênicos; petróleo como combustível; combustíveis e ambiente; indústrias químicas, ambiente e cidadania; descarte de pilhas e baterias; metais, sociedade e ambiente; radiatividade e uso da energia nuclear; radiatividade: mocinha ou vilã? E seções como <i>Pense, debate e entende, Exercícios, Ação & cidadania</i> , têm atividades com Co-A.	Tudo o que se joga fora pode ser considerado lixo? Identifique alguns dos problemas ambientais e de saúde causados pelo acondicionamento inadequado do lixo; por que o trabalho de pessoas em lixões não é eticamente aceitável? Quais são as dificuldades políticas para resolver os problemas ambientais? Como você poderia explicar o fato de que apesar do progresso tecnológico da agricultura, tantas pessoas ainda morrem de fome no mundo? Proponha uma campanha de coleta de latas de alumínio para reciclagem, sem que esteja associada ao aumento de consumo; discuta se é ética a participação dos cientistas em projetos militares de produção de armas?
Química na abordagem do cotidiano 1 QAC-1 2010	Na seção <i>Informe-se sobre a Química: mudanças climáticas</i>	Faça uma pesquisa e discuta com seus colegas o que significa chegar a um consenso sobre o novo acordo climático para complementar o Protocolo de Kyoto depois de 2012. Pesquise quais são os países mais poluidores do mundo. Qual é a posição do Brasil no ranking de emissores de dióxido de carbono, sendo Brasil um país em desenvolvimento, qual é seu papel na negociação?
Química na abordagem do cotidiano 2 QAC-2 2010	Na seção <i>Informe-se sobre a Química: células de combustível no espaço; a importância de reciclar o alumínio; a destruição da camada de ozônio: uma catalise homogênea; usando catalisador para combater a poluição: uma catalise heterogênea.</i>	Faça uma pesquisa sobre as fontes alternativas de energia. Escolha uma fonte de energia e escreva sobre sua utilização no Brasil, vantagens e desvantagens e histórico de desenvolvimento; faça uma pesquisa e comente algumas vantagens e desvantagens econômicas, sociais e ambientais que a reciclagem de alumínio proporciona.

Título/ano	Ex. de seções com Co-A	Ex. de atividades com Co-A
Química na abordagem do cotidiano 3 QAC-3 2010	Na seção <i>Informe-se sobre a Química</i> : o que os ecologistas vêm de errado na água engarrafada; sacola plástica usada pelo comércio gera problema ambiental no estado; elite brasileira é ecologicamente inviável. O capítulo 11 é chamado <i>A química orgânica e o ambiente</i> ; aborda conteúdos como efeito estufa, métodos usados no descarte do lixo, compostagem e reciclagem do lixo.	Enumere alguns fatores que deram origem à estratégia denominada química verde; em que consiste a estratégia denominada química verde?
Química cidadã 1 QC-1 2010	Nas seções: têm no começo da unidade algumas perguntas com foco ambiental; em <i>Tema em foco</i> : consumismo: mal do século XXI; reutilizar e reciclar: retornando o material ao ciclo útil; em busca do consumo sustentável; poluição atmosférica e aquecimento global; produção de alimentos e ambiente: fases da mesma moeda; agricultura sustentável: opção inteligente; na medida certa: evitando o desperdício. Nas seções <i>A química na sociedade</i> ; <i>Ação e cidadania</i> têm algum Co-A.	Debata com os colegas os efeitos da química na sociedade; vocês acham que ela deve ser vista como causa dos problemas ambientais? Atitude sustentável: destino de resíduos sólidos domésticos: separe o lixo seco como papéis, papelões, vidros, metais e plásticos, entregue-os a um catador ou aos postos de coleta seletiva. Debata o que significa ter uma consciência planetária e quais deveriam ser as preocupações de um cidadão como membro do planeta Terra; o texto faz referências ao “consumo exagerado” existente na sociedade moderna e tecnológica.
Química Cidadã 2 QC-2 2010	Na seção <i>Tema em foco</i> : ciclo da água e sociedade; gestão dos recursos hídricos; energia e sociedade; energia e ambiente; energia nuclear como fonte de produção de energia elétrica; poluição das águas; Nas seções <i>Atitudes sustentável</i> , <i>Ação e cidadania</i> , <i>Controvérsia científica</i> ; <i>Pense, debata e entenda</i> , trazem textos ou atividades com Co-A.	Quais atitudes devemos tomar para que no futuro haja água suficiente para nosso consumo e lazer? Debata ações comunitárias e governamentais que deveriam ser adotadas para proteger as comunidades de seu município que não dispõem de saneamento básico. Quais seriam os possíveis impactos ambientais e econômicos da produção de biodiesel no setor agrário? Justifique. Que fatores levaram o governo brasileiro a investir no uso do álcool como combustível?
Química cidadã 3 QC-3 2010	Na seção <i>Tema em foco</i> : a engenharia da vida e a ética; os plásticos e o ambiente; indústria química e sociedade; metais: materiais de nosso dia a dia; descarte de pilhas e baterias; metais, sociedade e ambiente; em seções como <i>Ação e cidadania</i> ; <i>Atitude sustentável</i> contêm algum Co-A ou atividades com Co-A.	Pesquise sobre alguma indústria química para determinar seus benefícios para a população, a localização apresenta riscos para o ambiente? A economia da região sofreu algum tipo de alteração? Os problemas sociais, econômicos, e ambientais relacionados à produção de metais são de responsabilidade dos químicos, dos empresários, dos economistas, dos políticos, ou da sociedade? Quem têm a responsabilidade?

Ex. Exemplos; Co-A. Conteúdo ambiental; QO: Química orgânica

Fonte. Elaboração própria.

Todos os livros analisados contêm ao final respostas às perguntas ou a solução dos problemas de lápis e papel propostos. As estratégias dos livros analisados, sobre tudo em *Química & Sociedade*, além de perguntas para argumentar, propõe trabalhos para serem feitos com a comunidade, temas controversos analisando implicações dos atores sociais (governo, sociedade civil, indústrias, políticos,

etc.), estas propostas se aproximam da abordagem da química através de CTS-A ou como tema transversal, mas na maioria dos livros existe o predomínio da gestão ambiental (reduzir, reutilizar, reciclar), ou seja, que o ambiental predomina como tema e não como fenômeno ou problema. Os livros mostram exemplos de perguntas que são feitas nos vestibulares os quais fazem uma abordagem monodisciplinar

da química, portanto, nos perguntamos, será que as universidades não têm em conta a relação entre educação química e educação ambiental nas provas, ou nenhum dos livros colocaram exemplos deste tipo?

Análises dos Conteúdos Ambientais nas matrizes de referência nos sistemas de avaliação em química

Foram analisados itens da prova Exame Nacional do Ensino Médio, ENEM, presente nos livros de química e as disponibilizadas na Web que continham algum Co-A. Para cada livro foram identificados os exercícios do ENEM com conteúdo ambiental (tabela 3). Do total de exercícios nos sete livros (6003 E) somente foram encontrados 34 com atividades monodisciplinares (como o item 22) e 39 com Co-A mais focados no aspecto ecológico do problema do que no aspecto ambiental (como os itens 20 e 30). Alguns exemplos do enunciado são:

20. (Enem) Com o uso intensivo do computador como ferramenta de escritório, previu-se o declínio acentuado do uso de papel para escrita. No entanto, essa previsão não se confirmou, e o consumo de papel ainda é muito grande. O papel é produzido a partir de material vegetal e, por conta disso, enormes extensões de florestas já forma extintas, uma parte sendo substituída por reflorestamentos homogêneos de uma só espécie (no Brasil, principalmente eucalipto). Para evitar que novas áreas de florestas nativas, principalmente as tropicais, sejam destruídas para suprir a produção crescente de papel foram propostas as seguintes ações:

- I- Aumentar a reciclagem de papel, por meio de coleta seletiva e processamento em usinas.
- II- Reduzir as tarifas em usinas.
- III- Diminuir os impostos para produtos que usem papel reciclado.

Para um meio ambiente global mais saudável, apenas:

- a. a proposta I é adequada.
- b. a proposta II é adequada.

- c. a proposta III é adequada.
- d. as propostas I e II são adequadas.
- e. as propostas I e III são adequadas. (PEREIRA et al. 2010a pp.117)

22. (Enem-MEC) Se, por economia, abaixarmos o fogo sob uma panela de pressão logo que se inicia a saída do vapor pela válvula, de forma simplesmente a manter a fervura, o tempo de cozimento:

- a. Será maior porque a panela “esfria”.
- b. Será menor, pois diminui a perda de água.
- c. Será maior, pois a pressão diminui.
- d. Será maior, pois a evaporação diminui.
- e. Não será alterado, pois a temperatura não varia. (MIRAGAIA, LEITE, 2010b pp. 59)

30. (Enem) Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radiativos, o chamado “lixo atômico”. Os rejeitos mais ativos ficam por um período em piscinas de aço inoxidável nas próprias usinas antes de ser, como os demais rejeitos, acondicionados em tambores que são dispostos em áreas cercadas ou encerrados em depósitos subterrâneos secos, como antigas minas de sal. A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de:

- a) emitir radiações nocivas, por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente.
- b) acumular-se em quantidades bem maiores do que o lixo industrial convencional, faltando assim locais para reunir tanto material.
- c) ser constituído de materiais orgânicos que podem contaminar muitas espécies, incluindo os próprios seres humanos.
- d) exalar continuamente gases venenosos, que tornariam o ar irrespirável por milhares de anos. (PEREIRA, et al. 2010 pp. 359).

Na prova ENEM 2010 disponibilizada na Web foram identificadas 10 perguntas sobre reciclagem da matéria orgânica, efeito estufa, ilhas de calor e o

Tabela 3. Exercícios da prova ENEM referenciadas nos livros analisados.

Livro	Total E	Página/E sem Co-A no ENEM	Página/E com Co-A no ENEM
QS	1352, sendo: 925 E; 428 ER	82/22, 327/17-18 (3 perguntas ENEM)	83/30. (1 pergunta ENEM)
QAC-1	902 EEA	0	(0 perguntas ENEM)
QAC-2	720 EEA	26/58, 58/21, 59/22, 146/43, 179/43, 188/71, 296/75 (7 perguntas ENEM)	0 (0 perguntas ENEM)
QAC-3	537, sendo: 533 EEA; 4 VEL	217-218/1-2-3. (3 perguntas ENEM)	268/7, 308/12, 313/32, 318/44-45, 319/47, 324/50-51, 325/54-56-57 (11 perguntas ENEM)
QC-1	858, sendo: 457 E; 249ERC; 152 ERU	44/12, 399/40-41, 390-391/3, 399/40-41 (6 perguntas ENEM)	115/8, 117/20, 166/11, 167/15, 330/8 (5 perguntas ENEM)
QC-2	833, sendo: 463 E; 224 ERC; 146 ERU	81/14, 175/7, 211/8, 212/10, 282/14-15, 329/8, 330/18-22 (9 perguntas ENEM).	81/15-16, 82/17-18-19, 211/5-6-7, 212/13, 282/16, 331/25-30, 379/12, 381/9-10-11, 382/12-13-14 (19 perguntas ENEM)
QC-3	801, sendo 404 E; 248 ERC; 149 ERU	91/22, 131/23-24, 201/35, 322/21, 361/48 (6 perguntas ENEM)	91/23, 278-279/9, 359/30 (3 perguntas ENEM)
Total	6003	34	39

E: exercício (s); Co-A: conteúdo ambiental; ER: exercícios de revisão; ERC: exercícios de revisão de capítulo; ERU: exercícios de revisão da unidade; EEA: exercícios essências e adicionais; VEL: você entendeu a leitura.

Fonte: elaboração própria.

que acontece com o consumo de energia elétrica, poluentes dos rios e diminuição da concentração de oxigênio, fonte de energia limpa e sustentável (circulação do magma no subsolo), ambiente afetado pelo vazamento de óleo numa Bahia, metanol e etanol como fontes alternativas de combustíveis, envenenamento por intoxicação como monofluoroacetato de sódio, pesticidas modernos organofosforados, asfalto rico em cálcio que alterou um ambiente natural, como evitar a contaminação do solo e de lençóis freáticos.

Comparando ENEM/2010 e ENEM/2014, cada um com 45 itens, foram encontradas respectivamente, dez e doze itens com perguntas que contêm conteúdo ambiental (Co-A) estando focados mais no aspecto ecológico do que no ambiental (ver exemplos referenciados), ou seja, não se abordam com as dimensões econômicas, políticas, culturais, sociais nem éticas da problemática. Aspectos como o uso de fertilizantes nitrogenados, excesso

de dióxido de carbono alterando nos corais marinhos, resíduos químicos, liberação de clorofluorocarbonados na atmosfera e alteração do ozônio, transformação do lixo em energia, chuva ácida, biodiesel e redução de óxidos de enxofre, biorremediação de resíduos pela combustão incompleta, substituição de sacolas de polietileno. A maioria das vezes as perguntas colocam no texto da frase “minimizar impactos ambientais” ou “é um problema ambiental”, mas não desenvolve a situação como tal, porque predomina o foco disciplinar da química, em seguida um exemplo:

Questão 59

O despejo de dejetos de esgotos domésticos e industriais vem causando sérios problemas aos rios brasileiros. Esses poluentes são ricos em substâncias que contribuem para a eutrofização de ecossistemas, que é um enriquecimento da água por nutrientes, o

que provoca um grande crescimento bacteriana e, por fim, pode promover escassez de oxigênio.

Uma maneira de evitar a diminuição de concentração de oxigênio no ambiente é:

- A. Aquecer as águas dos rios para aumentar a velocidade de decomposição dos dejetos.
- B. Retirar do esgoto os materiais ricos em nutrientes para diminuir a sua concentração nos rios.
- C. Adicionar bactérias anaeróbias às águas dos rios para que elas sobrevivam mesmo sem o oxigênio.
- D. Substituir produtos não degradáveis por biodegradáveis para que as bactérias possam utilizar os nutrientes.
- E. Aumentar a solubilidade dos dejetos no esgoto par que os nutrientes fiquem mais acessíveis às bactérias. (ENEM, 2010 pp. 46-90).

Questão 66

Visando minimizar impactos ambientais, a legislação brasileira determina que resíduos químicos lançados diretamente no corpo receptor tenham pH entre 5,0 e 9,0. Um resíduo líquido aquoso gerado em um processo $1,0 \times 10^{-10}$ mol/L. Para atender a legislação, um químico separou as seguintes substâncias, disponibilizadas no almoxarifado da empresa: CH_3COOH , Na_2SO_4 , CH_3OH , K_2CO_3 e NH_4Cl .

Para que o resíduo possa ser lançado diretamente no corpo receptor, qual substância poderia ser empregada no ajuste do pH?

- A. CH_3COOH
- B. Na_2SO_4
- C. CH_3OH
- D. K_2CO_3
- E. NH_4Cl (ENEM, 2014 pp. 46-90).

Considerações finais

As contribuições da pesquisa em didática das ciências a partir da relação entre educação em ciência, a educação e o ambiental, começam a gerar influência no ensino dos conteúdos ambientais,

sobretudo, no jeito de ser abordados nos livros didáticos, que desenvolvem parcialmente aspectos dos enfoques transversais CTS-A e dos temas controversos e contextualizados. Estes resultados concordam com os referenciados por PARGA e ALBA (2015) que estabelecem que os conteúdos com implicações CTS-A nos livros de química, até agora, estão distantes de abordar as condições desejáveis do enfoque, toda vez que sua principal intenção é mais para gerar atitudes favoráveis do que para a aprendizagem da química. A maioria das estratégias dos livros analisados têm um enfoque do tipo CTS, ainda os livros têm estratégias mais focadas em exercícios do que em problemas com conteúdo ambiental, embora neste caso, teve destaque um livro com perspectiva mais holística e complexa porque insere nos capítulos as dimensões sociais, políticas, econômicas, éticas, além das ecológicas da problemática. Assim, os modelos e estratégias descritos pela didática do ambiental até este momento, não têm um grande desenvolvimento nos materiais de apoio em sala de aula. Em geral, os livros têm quantidade de conteúdos químicos que deveriam ser revisados em quanto a sua pertinência e as competências a ser desenvolvidas nos alunos; o que mostra que são os temas e não os fenômenos, e nem os problemas, os que determinam o que é ensinado na aula de química.

Além disso, como estratégias de ensino predominam atividades focadas em leituras, perguntas, exercícios, e foram encontrados poucos casos de simulação, tratamento de temas controversos, ou problemas ao ser resolvidos no contexto do cotidiano. Porém, em geral podemos dizer que a proposta brasileira desenvolve estratégias que se aproximam às recomendações feitas pelas pesquisas em didática das ciências e sua relação com a educação ambiental a partir do enfoque CTS.

Respeito dos parâmetros curriculares no Brasil, estes apresentam referentes com componentes sistêmicos, complexos e holísticos do ambiental para o ensino de química, fato que orienta para que diversos livros didáticos façam propostas mais consequentes com a realidade.

As matrizes de referência dos sistemas de avaliação externa como o ENEM são incipientes em quantidade e *conteúdos ambientais* abordados a partir da química. Os poucos encontrados nos documentos analisados mostram predomínio do aspecto ecológico do problema o qual deve ser analisado para ter maior correspondência com os parâmetros curriculares deste país. Além disso, os livros que propõem este tipo de atividades, trazem as respostas para os alunos, então, quais são as competências desenvolvidas nos alunos quando é o livro que fornece as respostas? Aqui o papel do professor é fundamental.

Com base no anteriormente discutido concluímos que o professor pode trabalhar seu conhecimento didático do conteúdo (CDC) entorno aos *conteúdos ambientais* no ensino da química, não somente planejando estratégias ou modelos didáticos, mas integrando diversos conhecimentos e atitudes para o ensino. O CDC não é só saber sobre química, mas precisa saber ensinar profissionalmente um conteúdo, quer dizer, implica integrar outros conhecimentos/crenças (MORA, PARGA, 2014). Portanto, a forma como ensina os conteúdos ambientais pode ser analisada nas categorias do CDC e a partir da inclusão de temáticas ou problemáticas ambientais no curricular, trabalhar aspectos a partir do político, econômico, ecológico, tecnológico, social, científico, cultural e ético, (PARGA, 2015) para o qual o professor precisa considerar:

- O *conhecimento/crenças do pedagógico/didático*: o conhecimento do currículo, as dificuldades de aprendizagem dos estudantes, o conhecimento das estratégias de ensino, a avaliação, entre outros.
- O *conhecimento/crenças do disciplinar* conformado pelos componentes *conteúdo substantivo e sintático*. O substantivo ou declarativo é o corpo inter-relacionado de conceitos, teorias, paradigmas da disciplina, o sintático ou procedimental são os métodos, instrumentos da disciplina para construir seu conhecimento, como é introduzido e aceito na comunidade científica (PARGA, 2015). Para o ensino de química os conteúdos

substantivos do ambiental são desenvolvidos como temas gerais (efeito estufa, aquecimento global, deterioração da camada de ozônio), e em geral há ausência dos conteúdos sintáticos, portanto, se propõe que o ambiental seja abordado como problema do contexto e do entorno e o conteúdo substantivo dependa da química e do ambiental, segundo a relevância social da problemática.

- O *conhecimento/crenças do metadisciplinar* conformado pelas componentes que descrevem os mecanismos de produção do conhecimento; os obstáculos epistemológicos; as formas de vida das comunidades científicas; os debates e controvérsias; as revoluções científicas e experimentos; análises de textos originais; interações da disciplina com a sociedade, a tecnológica, a política (PARGA, 2015), a cultura, etc. Nesta categoria pode acontecer que o professor de química ao ensinar conteúdos ambientais proponha problemas guiados pelos parâmetros curriculares, mas também pode se adaptar aos conteúdos da química com implicações ambientais, sem deixar os componentes do Conhecimento Didático de Conteúdo.
- O *conhecimento/crenças do contexto* formado pelas componentes *onde ensinar, a quem; as normas de funcionamento institucional; a normativa nacional e local; a configuração cultural, política, ideológica da escola* e o *contexto* no qual está inserida. O ensino da química deveria permitir ao professor identificar as problemáticas ambientais e obter os conteúdos e a forma de ensinar logrando um currículo de química ambientalizado.

Referências

- BAZZO, W.A.; LINSINGEN, I.; TEIXEIRA, L. **Introdução aos estudos CTS (ciência, tecnologia e sociedade)**. Cadernos de Ibero-América. Organização dos Estados Ibero-americanos. Madrid: España, 2003.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei no 9.394**. 20 de dezembro, 1996

- BRASIL. **Plano Nacional de Educação**. Câmara dos Deputados. Brasília: Brasil, 2000.
- BRASIL; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC); SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA (SEMTEC). **PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. MEC e SEMTEC. Brasília: Brasil.
- BRASIL; MEC; SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA (SEB), DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS DE ENSINO MÉDIO. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. MEC/SEB. Brasília: Brasil, 2006.
- CALAFELL, G; BONIL, J. JUNYENT, MP. ¿Es posible una didáctica de la educación ambiental? ¿Existen contenidos específicos para ello? **Revista eletrônica do mestrado em Educação ambiental do PPGA/FURG-RS**, vol. especial, pp. 31-54. 2015.
- ENEM. Ministério da educação de Brasil. Caderno amarelo. 2010.
- ENEM. Ministério da educação de Brasil. Caderno rosa. 2014.
- GARCÍA, E. ¿Es posible una didáctica de la Educación Ambiental? Hacia un modelo didáctico basado en las perspectivas constructivista, compleja y crítica. **Revista eletrônica do mestrado em Educação ambiental do PPGA/FURG-RS**, vol. especial, 2015.
- GAVIDIA, V.; CRISTERNA, M. D. Dimensión medioambiental de la ecología en los libros de texto de la educación secundaria obligatoria española. **Didáctica de las ciencias experimentales y sociales**, v. 14, pp. 53-67. 2000.
- GORDILLO, M.M. **Controversias tecnocientíficas: diez casos simulados sobre ciencia, tecnología, sociedad y valores**. Octaedro-OEI. Barcelona: España, 2006.
- MARTÍNEZ, L.F.; PARGA, D. L. **Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: aportes para la formación del profesorado**. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá: Colombia, 2013.
- MEMBIELA, P. **Enseñanza de las ciencia desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía**. Narcea ediciones. Madrid: España, 2001.
- MIRAGAIA, F.P.; LEITE, D.C. E. **Química na abordagem do cotidiano 1**. Moderna. São Paulo: Brasil, 2010a.
- MIRAGAIA, F. P.; LEITE, D. C. E. **Química na abordagem do cotidiano 2**. Moderna. São Paulo: Brasil, 2010b.
- MIRAGAIA, F.P.; LEITE, D.C.E. **Química na abordagem do cotidiano 3**. Moderna. São Paulo: Brasil, 2010c.
- MORA, W.M.; PARGA, D.L. Aportes al CDC desde el pensamiento complejo. In: GARRITZ, A.; LORENZO, G.; DAZA, S. (comp.). **Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana**. Editorial Académica Española. Saarbrücken: Alemania, 2014. pp. 100-143.
- PARGA, D. L.; ALBA, D. Contenidos CTSA en libros de texto de química. **Praxis & Saber**, v. 6, n. 11, pp. 15-42. 2015. Doi 10.19053/22160159.3572.
- PARGA, D. L.; MORA, W. Didáctica ambiental y conocimiento didáctico del contenido en química. **Indagatio didactica**, v. 8, n. 1, pp. 777-792. 2016.
- PARGA, D.L. (ed.). **Conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química**. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá: Colombia, 2015.
- PEREIRA, D.S.W. L. P.; *et al.* **Química cidadã 1**. Editora Nova geração. São Paulo: Brasil, 2010a.
- PEREIRA, D.S.W. L. P.; *et al.* **Química cidadã 2**. Editora Nova geração. São Paulo: Brasil, 2010b.
- PEREIRA, D.S.W. L. P.; *et al.* **Química cidadã 3**. Editora Nova geração. São Paulo: Brasil, 2010c.
- PEREIRA, D.S.W. L. P.; *et al.* **Química & Sociedade**. Editora Nova geração. São Paulo: Brasil, 2008.
- SAUVÉ, L. Educación científica y educación ambiental, un cruce fecundo. **Enseñanza de las ciencias**, v. 28, n. 1, pp. 5-18. 2010.
- YUS, R.R. **Hacer reforma: Hacia una educación global desde la transversalidad**. Grupo Anaya. Madrid: España, 1997.





VALOR NUTRICIONAL DOS ALIMENTOS: UMA SITUAÇÃO DE ESTUDO À CONTEXTUALIZAÇÃO E INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Nutritional value of foods: a situation of study to contextualization and interdisciplinarity
in science teaching

Marli Spat Taha¹
Alexandre de Souza Javorsky²
Cátia Silene Carrazoni Lopes Viçosa³
Emerson de Lima Soares⁴
Maristela Cortez Sawitzki⁵

Cómo citar este artículo: Taha, M.S., Souza, A., Lopes, C.S., Lima, E. y Cortez, M. (2017). Valor nutricional dos alimentos: uma situação de estudo à contextualização e interdisciplinidade no ensino de ciências. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 131-141. doi: 10.14483/23464712.11442.

Recibido: 11 de enero 2017 / Aceptado: 25 de abril de 2017

Resumo

Trata-se de uma proposição de estratégia de ensino a partir de uma Situação de Estudos, que se utiliza dos três momentos pedagógicos – problematização inicial; organização do conhecimento; sistematização do conhecimento - como forma de planejamento da atividade proposta. Além disso, se propõe a contextualizar a Situação de Estudos de forma interdisciplinar a partir da temática “Alimentação Saudável”, elencando alguns conteúdos conceituais de Ciências da Natureza, que podem ser abordados na referida Situação de Estudos. A prática ocorreu a partir de um almoço na escola, possibilitando a problematização do conhecimento e alavancando as estratégias para a construção da situação de estudos.

Palavras chaves: situação de estudos, interdisciplinidade, contextualização.

1. Licenciada em Ciências da natureza, estudante de Mestrado em Educação em Ciências - Profissionalizante/UNIPAMPA, Especialista em Educação em Ciências, Professora da rede Municipal de Uruguaiiana. Uruguaiiana, Rio grande do Sul, Brasil. E-mail: nltaha@hotmail.com
2. Licenciado em Ed. Física, Estudante de Mestrado Profissional em Tecnologias Educacionais de Rede/UFSM, Especialista em Gestão Ambiental, Assistente de Administração na UFSM. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: javorsky@bol.com.br
3. Licenciada em Ciências da Natureza, estudante de Mestrado em Educação em Ciências, Química da Vida e Saúde/UFSM. Uruguaiiana, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: catialopes00@hotmail.com
4. Licenciado em Ciências da Natureza, estudante de Mestrado em Educação em Ciências, Química da Vida e Saúde/UFSM. Uruguaiiana, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: emersonsoareslima@hotmail.com
5. Graduação em Ciências - Lic. Plena em Química pela Universidade de Ijuí - UNIJUÍ(1992). Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM (2000). Doutorado em Ciência dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2007). Bagé, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: maristelacsaw@hotmail.com

Abstract

This paper contains a proposal of teaching strategy based on a situation of study, which uses three pedagogical moments: initial problematization, knowledge organization, and knowledge systematization, as a planning way of the proposed activity. In addition, it proposes to contextualize the situation of study in an interdisciplinary strategy from the theme "Healthy Eating", mentioning some concepts of Natural Sciences that can be approached in the case of this situation of study. This experience occurs from a lunch in a school, enabling a knowledge problematization and providing strategies to the construction of situation of study.

Keywords: Situation of Studies, Interdisciplinarity, Contextualization.

Introdução

Na educação, a contextualização do ensino é um tema delicado e de extrema importância que busca aproximar o conteúdo formal do conhecimento que o aluno traz em sua bagagem (LOPES, 2002). Deste modo, o aluno a partir de seus conhecimentos prévios vivenciados no cotidiano amplia com mais facilidade seus conhecimentos. Concordamos com RAMOS *apud* MACHADO (2003), quando nos dizem que, a contextualização é “o meio pelo qual se enriquecem os canais de comunicação entre a bagagem cultural, quase sempre essencialmente tácita, e as formas explícitas ou explicitáveis de manifestação do conhecimento”.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) definem contextualização como:

O desenvolvimento da capacidade de compreensão e utilização da ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático, e ainda, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. (BRASIL, 1999)

Com esta perspectiva, contextualizar o ensino refere-se a desenvolver nos alunos a compreensão de conteúdos conceituais a partir de suas experiências pessoais vivenciadas diariamente em sociedade e, esse fato deve ser considerado nos ambientes educacionais, visto que são espaços de formação pessoal e profissional.

Na escola o aluno permanece por um longo tempo de sua vida, concebendo-a como um espaço que favorece e que busca encontrar meios para que o aluno desenvolva o conhecimento (PRADO, 2013). No entanto, este conhecimento não está restrito às escolas, pois o mesmo se encontra em diversos meios, como nas redes de tecnologia, conforme Hartmann e Zimmermann afirmam:

A popularização das tecnologias de informação, desde o final do século XX, tem facilitado a busca pelo conhecimento. [...] Nesse contexto, cresce a responsabilidade dos educadores em promover um ensino organicamente integrado, para que os estudantes adquiram as habilidades de investigar, compreender, comunicar e, principalmente, relacionar o que aprendem a partir do seu contexto social e cultural. (HARTMANN E ZIMMERMANN, 2007 p. 2)

Assim, faz-se necessário que os professores busquem meios de instigar seus alunos para o conhecimento, contextualizando os conteúdos conceituais

da sala de aula com suas vivências. As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) também fazem uma abordagem a respeito da relação do conhecimento com a realidade dos alunos, quando trazem que:

Nos dias atuais, a inquietação das “juventudes” que buscam a escola e o trabalho resulta mais evidente do que no passado. O aprendizado dos conhecimentos escolares tem significados diferentes conforme a realidade do estudante. Vários movimentos sinalizam no sentido de que escola precisa ser repensada para responder aos desafios colocados pelos jovens. (BRASIL, 2013 p. 146)

Nesse sentido, é necessário que se perceba que as “oportunidades de ensino são construídas interacionalmente pelos participantes à medida que interação ao longo do tempo” (CASTANHEIRA, 2004 p. 55). Ao oferecer as oportunidades de ensino de ciências supracitadas o professor está diversificando as estratégias para ensinar Ciências da Natureza. Essas estratégias podem acontecer de acordo com a percepção do professor em vislumbrar as necessidades de seus alunos e, desse modo, planejar situações de estudos que contemplem suas perspectivas de ensino. Salienta-se que “o uso do termo ‘estratégias de ensino’ refere-se aos meios utilizados pelos docentes na articulação do processo de ensino, de acordo com cada atividade e os resultados esperados” (MARTINS, 2011 p. 8).

Assim, essa escrita tem o objetivo de propor uma estratégia de ensino, caracterizada como situação de estudos (SE), que segundo MALDANER E ZANON (2001), tem como perspectiva a contextualização e interdisciplinaridade no ensino de Ciências da Natureza para o Ensino Médio, de maneira a contemplar conteúdos conceituais de Química, Física e Biologia.

Importância da temática

Existem muitos assuntos que são relevantes para serem abordados e discutidos enquanto contextualização no ensino de Ciências. Deste modo, além de uma investigação sobre os interesses dos alunos

é importante que o tema escolhido para SE seja de interesse dos participantes, mas que também possa contribuir em suas vidas (GALLIAZI, 2007). Considerando que a alimentação é um processo que interfere diretamente na saúde do corpo, uma vez que está relacionada às necessidades biológica (COLARES, 2005), entende-se ser significativo desenvolver tal temática.

A alimentação necessita da percepção de que existe uma diferença entre o ato de se alimentar e o ato de se nutrir. Assim, para uma nutrição saudável faz-se necessário um conhecimento que vá além do senso comum acerca do que se consome. No intuito de colaborar com esse conhecimento, os alimentos industrializados apresentam, em suas embalagens, informações nutricionais de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A ANVISA normatiza esses subsídios através do Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, descrito na Resolução nº 360, de 26 de dezembro de 2003:

a) a necessidade do constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos visando a proteção à saúde da população; b) a importância de compatibilizar a legislação nacional com base nos instrumentos harmonizados no Mercosul relacionados à rotulagem nutricional de alimentos embalados - Resoluções GMC nº 44/03 e 46/03; c) que a rotulagem nutricional facilita ao consumidor conhecer as propriedades nutricionais dos alimentos, contribuindo para um consumo adequado dos mesmos; d) que a informação que se declara na rotulagem nutricional complementa as estratégias e políticas de saúde dos países em benefício da saúde do consumidor; e) que é conveniente definir claramente a rotulagem nutricional que deve ter os alimentos embalados que sejam comercializados no Mercosul, com o objetivo de facilitar a livre circulação dos mesmos, atuar em benefício do consumidor e evitar obstáculos técnicos ao comércio. (BRASIL/MS/ANVISA, 2003)

Mesmo com a legislação em vigência, nem sempre essas informações garantem a ciência e

aplicabilidade da informação para uma alimentação adequada às exigências nutricionais. Neste contexto, para SCHMITZ et al. (2008), “a escola aparece como espaço privilegiado para o desenvolvimento de ações de melhoria das condições de saúde e do estado nutricional das crianças”. Incentivando assim, o desenvolvimento humano para promover a saúde na escola. Desse modo, um conjunto de ações educativas na escola de educação básica, considerando a temática “Alimentação Saudável” como SE, possui a potencialidade de tornar-se relevante à medida que possibilita discussões na construção de novos saberes.

Interdisciplinaridade nas Situações de Estudos

A interdisciplinaridade, segundo CESCO (2011), vem sendo amplamente discutida nos espaços de formação inicial e continuada de professores. Para LENOIR (2005) essa palavra já percorreu muitos lugares e se individualiza por apresentar perspectivas comuns na área de pesquisa, bem como na formação de professores. Desse modo, a interdisciplinaridade é usada como uma abordagem para a estruturação de currículos, como vem direcionando as DCN (2013), que adotam vários princípios, entre eles as atividades integradoras interdisciplinares. Sobre essas atividades as DCN trazem:

A interdisciplinaridade e a contextualização devem assegurar a transversalidade do conhecimento de diferentes disciplinas e eixos temáticos, perpassando todo o currículo e propiciando a interlocução entre os saberes e os diferentes campos do conhecimento. (BRASIL, MEC, CNE, CEB, 2010 p. 67)

Assim, a interdisciplinaridade é percebida como uma abordagem metodológica que pode ser utilizada em diversas situações de estudos, sendo enunciada de acordo com a percepção de alguns autores como:

[...] interdisciplinaridade [...] processo que envolve a integração e engajamento de educadores, num trabalho conjunto de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade, de modo a superar a fragmentação do ensino (LÜCK, 1994 p. 94).

[...] para superar a fragmentação do ensino, não é suficiente que um professor isoladamente articule conteúdos das diversas disciplinas escolares, mas que a articulação aconteça entre os docentes. (HARTMANN e ZIMMERMANN, 2007 p. 5)

Documentos, como as DCN (BRASIL, 2013), orientam para que se supere a fragmentação dos componentes curriculares, que se contextualize para contemplar a interdisciplinaridade. No entanto, para SAWITZKI et al. (2012), essas orientações somente serão adotadas se houver um convencimento de que essas práticas são importantes e que necessitam de referenciais teóricos e reflexões. Nesse sentido, a partir de um entendimento, realizando leituras, refletindo e acreditando que o viés interdisciplinar favorece as estratégias de ensino, foi sendo pensada uma situação de estudos que viesse ao encontro dessas perspectivas para a aprendizagem.

Situações de Estudos

Existem muitas abordagens metodológicas possíveis de serem utilizadas no processo de ensino aprendizagem, essas abordagens não podem se estagnar, elas devem privilegiar o aprender do sujeito (FOLMER, 2007). Fica cada vez mais evidente que os professores necessitam superar a fragmentação dos saberes e encontrar uma ação mais humana para suas práticas de ensino (LÜCK, 1994), ou que entendam e discutam as abordagens sobre disciplina, interdisciplina, pluridisciplina e transdisciplina (FAZENDA, 1992)⁶.

6. FAZENDA (1992, p. 27) traz o conceito de Disciplina: conjunto específico de conhecimento, com suas próprias características sobre o plano de ensino; Interdisciplina: interação existente entre duas ou mais disciplinas; Pluridisciplina: justaposição de disciplinas mais ou menos vizinhas nos domínios do conhecimento; Transdisciplina: resultado de uma axiomática comum a um conjunto de disciplinas.

Uma proposição para a desfragmentação das aprendizagens pode ser encontrada nas SE proposta por alguns autores como:

A Situação de Estudo (SE) introduz um tema e junto com ele um objeto sobre o qual se pretende produzir entendimento. Isso por si só, contempla a contextualização e a integração de conhecimentos através das abordagens, disciplinares, interdisciplinares, pluridisciplinar e transdisciplinar, dependendo do assunto ou dos níveis atingidos de entendimento, tanto pelos professores, como pelos estudantes. (MALDANER E ZANON, 2001 p. 50)

AUTH *et al.* (2004), entendem que a elaboração e reelaboração contínua de SE poderá favorecer o desenvolvimento de concepções de professores e, em consequência, a melhoria no processo de ensino-aprendizagem. Essas concepções corroboram para planejamentos flexíveis que vão de encontro a ideia de professor-transmissor. Nesse sentido, Maldaner e Zanon, ainda chamam a SE como Unidade de Aprendizagem (UA) e, sobre essas UA MORAES E GOMES (2007) afirmam:

As Unidades de Aprendizagem constituem parte de um movimento complexo de transformação da realidade educativa, especialmente do trabalho de sala de aula. Dessa forma, representam um dos modos de repensar a escola e o trabalho dos professores. (p. 261)

[...] constituem excursões em discursos sociais, especialmente científicos, com intenso envolvimento de todos os participantes. Nesse processo, os alunos vão se apropriando de novos conhecimentos que já trazem para o contexto do trabalho. (p. 260)

[...] também inserem-se em movimentos de superação da fragmentação da realidade representada pela ênfase excessiva em disciplinas. As Unidades de Aprendizagem, mais do que assumir a interdisciplinaridade, movimentam-se no sentido de uma transdisciplinaridade e de uma contextualização dos currículos. (p. 262)

Ainda para contribuir com esses entendimentos sobre SE ou UA, MARTINS (2001) considera que a escola, a partir desses entendimentos, muda seu papel e se preocupa em preparar o aluno para ser um sujeito capaz de atuar na sociedade em que está inserido. Entende-se, portanto, que a SE não se encerra nos próprios conteúdos, podendo ser ampliada a partir de temas emergentes de discussões durante o processo.

Essas percepções nos deram suporte teórico para organizar e realizar uma SE em que fosse possível abordar os conteúdos de Ciências da Natureza, ou seja, os conteúdos de Química, Física e Biologia. Porém que viabilizasse a possibilidade de poder abarcar conteúdos de outras áreas, não ficando fechadas na própria SE. Desse modo, e como forma de planejamento da SE, a atividade alicerçou-se nos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti:

Problematização Inicial – “Sua função mais do que simples motivação [...] é fazer a ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem [...]”.

Organização do Conhecimento - “conhecimentos necessários para a compreensão do tema central e da problematização inicial serão sistematicamente estudados nesse momento, sob a orientação do professor”.

Aplicação do Conhecimento – “Destina-se, sobretudo, a abordar o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno [...]”. (DELIZOICOV E ANGOTTI, 1990 p.54-55)

Com esses pressupostos teóricos desenvolve-se a SE com a temática “Alimentação Saudável”. Legitimando esse entendimento, GEHLEN (2009), entende que existe uma interlocução entre os Momentos Pedagógicos e as etapas da Situação de Estudos, conforme ilustra a figura 1:

Com essa perspectiva, a SE aqui proposta abarca os três momentos pedagógicos propostos por DELIZOICOV E ANGOTTI (1990), bem como segue as etapas de GEHLEN (2009), para sua execução.

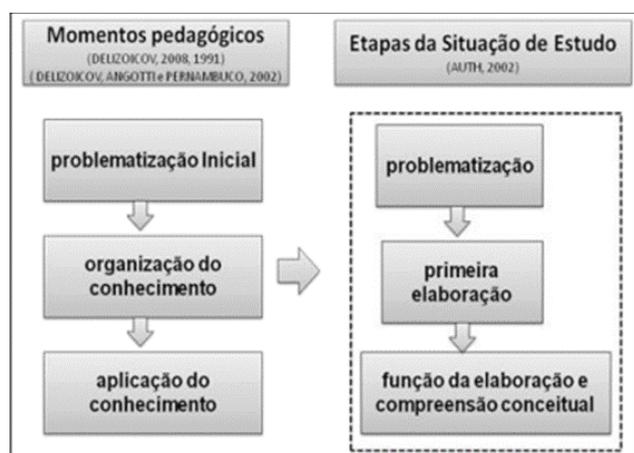


Figura 1. Fonte: Gehlen (2009 p. 199).

Percurso Metodológico

A metodologia do trabalho, além da fundamentação supracitada, encontra embasamento para a SE em AUTH (2002); MALDANER E ZANON (2004); MALDANER (2007).

A SE foi planejada para ser desenvolvida em uma turma de primeiro ano, de uma escola da rede estadual de Ensino Médio, da cidade de Uruguaiana/RS. A proposta contempla as aulas de Química, Física e Biologia em um viés contextualizador e interdisciplinar. A escolha do tema foi pensada a

partir de duas situações: observações nas aulas de Ciências da Natureza, seguida de entrevistas com as professoras dos referidos componentes curriculares.

A partir das observações e entrevistas, foi possível perceber a preocupação de uma das professoras em relação à saúde de duas de suas alunas, que apresentavam um quadro de diabetes. Além disso, haviam alguns alunos da turma que fazem uso de Creatina⁷ com a finalidade de adquirir “musculaturas definidas”. Ambas as situações podem ser resolvidas, dependendo do agravante, com uma dieta balanceada, que venha ao encontro das necessidades biológicas de cada indivíduo. Salienta-se que durante as entrevistas as professoras manifestaram interesse pela proposta, uma vez que a interdisciplinaridade, segundo as mesmas, não é trabalhada de maneira efetiva em suas práticas escolares. Desse modo, a estratégia para desenvolver a temática escolhida como objeto de estudos para a SE foi “Alimentação Saudável”.

Com o tema definido organizou-se a SE, conforme demonstrado na tabela 1:

A partir da proposição elencou-se alguns dos possíveis conteúdos conceituais que podem ser abordados nesta SE. A figura abaixo descreve esses conteúdos como possibilidades para essa atividade.

Tabela 1. Três momentos pedagógicos de DELIZOICOV E ANGOTTI (1990)

SE: Alimentação Saudável	
1º Problematização do conhecimento.	Elaboração de um almoço na escola com alimentos contendo nutrientes de todos os grupos alimentares, a fim de favorecer discussões acerca dos alimentos ingeridos pelos alunos, motivando-os a explorar os seus entendimentos sobre uma alimentação adequada e/ou equilibrada. Neste momento, foram instigados a observar que tipo de alimentos estavam ingerindo e que nutrientes haviam nos alimentos. Além de observar o equilíbrio da dieta do almoço, discutindo quais os nutrientes não estavam contemplados no momento.
2º Organização do conhecimento.	Estabeleceu-se as ações que viessem ao encontro da proposta de trabalho como: análise de rótulos e análise de alimentos relacionando com conteúdos conceituais específicos da área.
3º Sistematização do conhecimento.	Construção de material, sobre uma perspectiva de alimentação saudável, para divulgação da SE para as demais turmas da escola.

Fonte: elabora pelos autores.

7. É um composto de aminoácidos presente nas fibras musculares e no cérebro. A creatina é quebrada em creatinina após o exercício físico dos músculos. O seu nível é equilibrado pelos rins, e logo após ela é eliminada pela urina. Wikipedia, 2007.



Figura 2. Possibilidade de conteúdos conceituais a serem abordados na SE.

O encerramento da SE, sistematizando o conhecimento, deu-se através de um seminário. Momento em que os alunos puderam apresentar em forma de banners suas aprendizagens acerca da alimentação saudável.

Análise e Discussões

Uma SE se apresenta com potencial para que a aprendizagem aconteça. Neste caso, a mudança de postura em relação à alimentação, além de favorecer a aprendizagem favorece a promoção de hábitos saudáveis. Corroborando com essa compreensão o autor abaixo afirma que:

A formação de ambientes saudáveis é necessária, com o desenvolvimento de projetos que contemplem ações com outros atores da comunidade escolar, para o alcance dos objetivos. Deve-se lembrar que a promoção da saúde na escola divide-se em três áreas de ação: educação para a saúde, ambientes saudáveis e serviços de saúde e alimentação. (SCHMITZ et al. 2008 p. 313)

Neste sentido, um novo olhar para o comportamento alimentar dos alunos, favorece um ambiente saudável como propõe o autor acima. Assim, a partir

da SE foi possível perceber a mobilização dos estudantes em relação ao assunto abordado, uma vez que a mesma conseguiu aproximar os conteúdos conceituais elencados com a realidade deles. Essa mobilização é perceptível em suas falas, quando dizem:

“sou diabético e a alimentação correta me ajudou a controlar a doença, entendi como funciona a insulina no sangue”

“adoro doces, mas engordei muito, tive que controlar minha comida, agora já sei contar as calorias e o gasto de energia”

“eu queria tomar creatina, daí descobri que a carne me ajuda produzir”.

Esse diálogo com os educandos contribui no processo de desenvolvimento da SE, considerando que essa interação aluno- professor-aluno se configura-se em uma estratégia para ensinar. Essa percepção é apontada por TORAL (2009):

O diálogo crítico, que possibilite um processo comunicativo aberto, permite identificar interesses em comum entre os adolescentes e os responsáveis pela estratégia educativa, permitindo uma intervenção nutricional fundada na promoção da saúde e no alcance concreto dos objetivos esperados. (TORAL et al. 2009 p. 2386)

Com essa perspectiva de contextualizar os conteúdos conceituais, a SE consegue fazer uma abordagem também interdisciplinar, uma vez que conseguiu abarcar esses conceitos nas disciplinas de Química, Física e Biologia. Para um embasamento teórico para essa SE Coimbra afirma:

Ao propor algumas considerações preliminares sobre a interdisciplinaridade, o intuito é concentrar-se em alguns tópicos que podem oferecer subsídios para reflexão e discurso mais aprofundados. O conceito

etimológico de interdisciplinaridade, assim como o conceito estrutural e suas aplicações operacionais são instrumentos para o exame da interdisciplinaridade como processo de conhecimento e de práxis. (COIMBRA, 2014 p. 54)

Nesse sentido, nessa prática, a interdisciplinaridade se apresenta articulada com a alimentação dos alunos e as atividades realizadas a partir da SE foram integralizadas em um banner para ser socializado com as demais turmas da escola. O banner está representado na figura 3:

ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO URUGUAIANA
ALIMENTAÇÃO: UM CAMINHO PARA SAÚDE

Prof^{as} Orientadoras: 1^o ano (tarde) 2015 ALTERMANN, Gilda T. Morin; TAHA, Marli Spat.

INTRODUÇÃO

É importante que o aluno se perceba construtor dos resultados de um projeto. Nesse sentido, esse projeto apresenta a alimentação saudável como unidade de aprendizagem para estudar conteúdos de Ciências da Natureza, tendo como objetivo a sensibilização dos alunos para uma alimentação equilibrada, rica em nutrientes de maneira a contemplar todos os grupos alimentares.

AÇÕES REALIZADAS

- Visualização de Vídeos;
- Análise de Rótulos de Alimentos;
- Almoço na Escola;
- Análise dos Nutrientes do Almoço;
- Práticas Experimentais.

RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se com esse trabalho, que os alunos tenham atitudes positivas em relação aos cuidados com sua alimentação, de maneira que essas atitudes tornam-se relevantes para a saúde do corpo.

Almoçando na escola: T.11F prepara saladas diversificadas

Analisando rótulos de alimentos: T. 11F analisa rótulos de alimentos.

Analisando alimentos: T. 11F identifica experimentalmente os nutrientes dos alimentos.

É preciso que, pelo contrário, desde os começos do processo, vá ficando cada vez mais claro que, embora diferentes entre si, quem forma se forma e re-forma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado. (FREIRE, 2003)

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia. Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

Figura 3. Banner de divulgação da SE.

Fonte: elaborado pelos autores.

Utilizando a alimentação dos alunos como início para a problematização do conhecimento possibilitou a ampliação das discussões para que as disciplinas de Química, Física e Biologia conseguissem abordar seus conteúdos conceituais e, além disso, fluir para que os conceitos emergissem dos próprios estudantes, favorecendo o desenvolvimento das atividades. A respeito dos conteúdos conceituais que emergiram pode-se citar os nutrientes no organismo (carboidratos, lipídios, proteínas, sais minerais...), a permeabilidade da membrana plasmática, os elementos químicos nos alimentos (cálcio, ferro, potássio, magnésio, sódio...), a energia potencial de cada alimento (calorias), energia gasta para consumir os alimentos, energia para o preparo dos alimentos, conservação dos alimentos.

TAHA *et al.* entende a importância de ouvir o que os alunos querem dizer, permitindo “que eles possam explicitar seus conhecimentos, mesmo que esses conhecimentos sejam de senso comum. As explicitações podem encorajá-los a fazer questionamentos e os questionamentos podem desencadear o processo de ensino-aprendizagem” (2016 p. 151).

Considerações Finais

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou a compreensão de que a reflexão sobre o nosso contexto diário possibilita uma situação a ser estudada, caracterizando a abordagem dos conteúdos técnico-científicos em sala de aula, de forma interdisciplinar e partindo do cotidiano do aluno, isto é, privilegiando uma conexão entre o saber sistematizado, vivências e diferentes contextos. Essa vivência permite que as discussões se ampliem de tal forma que os conceitos podem ser abordados a partir da situação de estudo e das discussões. Nesse sentido, a SE apresenta-se como uma estratégia de ensino que vem ao encontro das perspectivas no processo de ensino-aprendizagem.

O processo de ensinar Ciências propicia aos alunos situações para que a aprendizagem aconteça e, se for de forma contextualizada e interdisciplinar esse processo pode ser potencializado.

Referências

- AUTH, M. *et al.* Situação de Estudos na área de Ciências do Ensino Médio: rompendo fronteiras disciplinares. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). **Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ed. Unijuí. Ijuí: Brasil, 2004. pp. 253-276.
- AUTH, M.A. **Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora**. 200 p. Tese de Doutorado em Educação-Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2002.
- BRASIL. (2013). Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica; Conselho Nacional da Educação; Câmara Nacional de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica. Brasília. 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12663&Itemid=1152>. Acesso em: 6-2017.
- BRASIL. Ministério da Educação, Câmara da Educação Básica. Parecer nº 07 de julho de 2010: Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica. Brasília. 2010. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/cne/parecer.shtm>>. Acesso em: 25-4-2015.
- BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica; Conselho Nacional da Educação; Câmara Nacional de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Brasília. 2013, Disponível em: <file:///C:/Users/maristelasawitzki/Downloads/diretrizes_curriculares_nacionais_2013.pdf>. Acesso em: 4-2015.
- BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília. 1999.

- BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003: Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. 2003. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ec3966804ac-02cf1962abfa337abae9d/Resolucao_RD-C_n_360de_23_de_dezembro_de_2003.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 5-2015.
- BRASIL. Secretaria de Educação Básica; Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias (Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2). Brasília. 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 4-2015.
- BRASIL. Secretaria de Educação Básica; Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica. Parâmetros curriculares nacionais (5ª a 8ª série). v.1, v.2, v.3, v.4, v.5, v.6, v.7, v.8, v.9, v.10.1, v.10.2, v.10.3, v.10.4 v.10.5. Brasília, 1999.
- CASTANHEIRA, M. L. **Aprendizagem contextualizada: discurso e inclusão na sala de aula**. Ceale, Autêntica. Belo Horizonte: Brasil, 2004.
- CESCO, S. Interdisciplinaridade e temas socioambientais. **Estudos avançados**, v. 25, n. 72, p.327-330, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v25n72/a26v25n72.pdf>>. Acesso em: 7-2015.
- COLARES, L. G. T. Processo de trabalho, saúde e qualidade de vida no trabalho em uma unidade de alimentação e nutrição: uma abordagem qualitativa. 283 p. Tese de Doutorado Ciências na área de Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/4430/2/257.pdf>>. Acesso em: 8-6-2015.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do Ensino de Ciências**. Cortez. São Paulo. 1990.
- FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. 2 ed. Edições Loyola. São Paulo, Brasil, 1992.
- FOLMER, V. **As Concepções Dos Estudantes Acerca Da Natureza Do Conhecimento Científico: Confronto Com A Experimentação**. IV Mostra De Pesquisa Da PósGraduação – Pucrs (569-571). Porto Alegre, Brasil, 2007.
- GEHLEN, S. T. A função do problema no processo ensino-aprendizagem de Ciências: contribuições de Freire e Vygotsky. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica /UFSC. 254p, Florianópolis, Brasil, 2009. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2011/pedagogia/tprobvygotskyfreire.pdf>. Acesso em: 4-2015.
- HARTMANN, A. M.; ZIMMERMANN, E. O trabalho interdisciplinar no Ensino Médio: a reaproximação das “duas culturas”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n.2, 1-16, 2007. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2237/1636>>. Acesso em: 06-2017.
- LENOIR, Y. Três Interpretações da Perspectiva Interdisciplinar Em Educação em Função de Três Tradições Culturais Distintas. **Revista E-Curriculum**, v. 1, n. 1, dez-jul, 2005-2006. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/3109>>. Acesso em: 06-2017.
- LOPES, A. C. Os parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. **Educação e Sociedade**, v. 23, n. 80, pp. 386-400. 2002.
- LOPES, A. C.; MACEDO, E. (orgs.). (2004). **Currículo de ciências em debate**. Papyrus. Campinas: Brasil, 2004. p. 192.
- LÜCK, H. **Pedagogia interdisciplinar: Fundamentos teóricos-metodológicos**. Vozes. Petrópolis: Brasil, 1994.
- MALDANER, O. A. Situações de estudo no ensino médio: nova compreensão de educação básica. In: NARDI, R. (org.). **Pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes**. Escrituras. São Paulo: Brasil, 2007. pp. 237-253.

- MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. Situação de Estudo: uma organização de ensino que extrapola a formação disciplinar em ciências. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (org.). **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores**. Editora Unijuí: Ijuí/Brasil, 2004. pp. 43-64.
- MALDANER, O.; ZANON, L. B. Situação de estudos: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). **Educação em ciências: produção de currículo e formação de professores**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004. p. 43-64.
- MARTINS, A. F. M. A. **Adequação de Estratégias de Ensino aprendizagem numa Turma Reduzida: Estudo de Caso**. Dissertação de mestrado—Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2011. Disponível em: < <https://www.google.com.br/>
- MARTINS, J. S. O trabalho com projetos de pesquisa: do Ensino Fundamental ao Ensino Médio. Papyrus. Campinas: Brasil, 2001.
- MORAES, R.; GOMES, V. Uma unidade de aprendizagem sobre unidades de aprendizagem. In: GALIAZZI, M. do C.; AUTH, Milton; MORAES, R.; MANCUSO, R. Construção curricular em rede na educação em ciências: uma proposta de pesquisa n sala de aula. Editora Unijuí: Ijuí/Brasil, 2007. pp .244-280.
- MOREIRA, A. F. B.; CANDAU, V. M. (2007). Indagações sobre currículo: currículo, conhecimento e cultura. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. BEAUCHAMP, J.; PAGEL, S. D.; NASCIMENTO, A. R. (orgs). Brasília: Brasil, 2007. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Ensfund/indag3.pdf>>. Acesso em: 3-2015.
- PRADO, M. E. B. B. Articulações entre áreas de conhecimento e tecnologia. Articulando saberes e transformando a prática. In: Tecnologias, Currículo e Projetos. Portal do MEC: DF/Brasil 2011, p.50. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/1sf.pdf> >. Acesso em: 14-4-2015.
- SAWITZKI, M. C. et al. Um Terrário: recurso à investigação, interdisciplinaridade e aprendizagem significativa. In: Ensino Superior: Inovação e qualidade na docência. CIIIE Centro de Investigação e Interação Educativas. Porto: Portugal, 2012, pp. 2750-2760. Disponível em: <<http://www.fpce.up.pt/ciie/cidu/>>. Acesso em: 25-4-2015.
- SCHMITZ, B. A. S. et al. A escola promovendo hábitos alimentares saudáveis: uma proposta metodológica de capacitação para educadores e donos de cantina escolar. Caderno Saúde Pública, v. 24, n. 2, pp. S312-S322. 2008. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/13481/1/ARTIGO_EscolaPromovendoHabitos.pdf>. Acesso em: 10-4-2016.
- TAHA, M. S.; LOPES, C. S. C.; SOARES, E. L.; FOLMER, V. Experimentação como Ferramenta Pedagógica para o Ensino de Ciências. Experiências em Ensino de Ciências, v. 11, n. 1, pp. 138-154. 2016. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID305/v11_n1_a2016.pdf>. Acesso em: 6-2016.
- WIKIPEDIA. Creatina. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Creatina>>. Acesso em: 20-4-2015.





UN RECURSO ACERCA DE LOS HONGOS PARA EL DIÁLOGO INTERCULTURAL EN LA ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA¹

A resource about fungi for intercultural dialogue in biology teaching

Edilaine Almeida Oliveira Silva²

Geilsa Costa Santos Baptista³

Cómo citar este artículo: Oliveira, E. A., Santos, G.C. (2017). Un recurso acerca de los hongos para el diálogo intercultural en la enseñanza de biología. *Góndola, Enseñ. Aprend. Cienc.*, 12(2), 142-157. doi: 10.14483/23464712.11493.

Recibido: 20 de enero 2017 / Aceptado: 6 de junio de 2017

Resumen

Se presentan los resultados de un estudio colaborativo realizado con una profesora de un colegio público del estado de Bahía (nordeste de Brasil). El objetivo central del trabajo era elaborar un recurso didáctico que pudiera ser utilizado en la enseñanza de la biología basada en el diálogo intercultural entre los saberes que circulan en la vida cotidiana y los saberes adquiridos mediante formación escolar. Dicho de otro modo, esta didáctica de la biología vincula el conocimiento heredado culturalmente de los estudiantes con el conocimiento escolar sobre temas del área, en este caso, los hongos. La primera fase del estudio consistió en aplicar un cuestionario a los estudiantes de este colegio y, a partir de la información allí recopilada, se elaboraron tablas de cognición comparada. En estas fueron puntuadas relaciones de semejanza y diferencia entre los conocimientos previos de los estudiantes y el conocimiento biológico escolar. Los resultados de esta comparación revelaron relaciones entre estas dos formas de conocimiento, siendo imperativas las relaciones de semejanza, las cuales fueron importantes para el planeamiento y la construcción de un juego didáctico. La siguiente fase del estudio, consistió en aplicar el recurso didáctico diseñado en las aulas de la profesora participante para analizar su viabilidad en intervenciones

1. El estudio del cual se ofrece un análisis de resultados en este artículo formó parte del trabajo final para la graduación de Edilaine Almeida Oliveira Silva de la Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Universidad Estatal de Feira de Santana (UEFS).
2. Licenciada en Biología. Universidad Estadual de Feira de Santana (UEFS). Correo electrónico: lainesilva.oliveira@hotmail.com
3. Doctora en Enseñanza, Filosofía e Historia de las Ciencias. Profesor adjunto del Departamento de Educación de la Universidad Estadual de Feira de Santana (UEFS) y Programa de posgrado en Enseñanza, Filosofía e Historia de las Ciencias (Universidad Estadual de Feira de Santana y Universidad Federal de la Bahía). Correo electrónico: geilsa@uefs.br

pedagógicas basadas en el diálogo intercultural, entre las concepciones previas de los estudiantes y el conocimiento científico escolar sobre los hongos.

Palabras clave: conocimientos previos, diálogo intercultural, enseñanza de biología, hongos, recurso didáctico.

Abstract

We are presenting results of a collaborative study with a teacher from a public school in the Bahia State (northeastern Brazil). The main objective was to develop a didactic resource that could be applied in biology teaching based on intercultural dialogue, between students' cultural knowledge and the school's biological knowledge about mushrooms. In other words, this didactics of biology links the knowledge inherited culturally. It was applied a questionnaire with students of this school, and from the answers it was prepared Comparative Cognition tables. Relations of similarity and differences between prior knowledge of students and school biological knowledge were scored in these tables. The results revealed relationships between these two forms of knowledge, being mandatory similarity relations. These revelations were important for planning and construction of an educational game based on intercultural dialogue. The present study aims to continue with the application of this teaching resource in the classrooms of the participating teacher, looking for its viability in educational interventions in relation to the intercultural dialogue between students' preconceptions and school science knowledge about fungi.

Keywords: prior knowledge, intercultural dialogue, biology teaching, fungi, teaching resource.

Introducción

Respecto a la enseñanza escolar de las ciencias y a los procesos que conducen a la optimización de su calidad, MOURA y VALE (2003) argumentan que los profesores deben hacer hincapié en actividades que fomenten la espontaneidad de los estudiantes y sus concepciones cotidianas, ayudándoles a construir conocimientos necesarios para la comprensión de la ciencia. En ese escenario, la diversidad cultural propia de las aulas es un factor que necesariamente debe ser tenido en cuenta para diseñar e implementar las prácticas didácticas. Por esta razón, su incidencia en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

es una de las preocupaciones de muchos educadores e investigadores, ya que las ideas previas que los estudiantes traen consigo a los espacios escolares dependen de sus trayectorias en el espacio social.

De acuerdo con MORTIMER (1996) fue en la década de los setenta cuando se comenzaron a llevar a cabo los primeros estudios sobre las concepciones previas de los estudiantes acerca de la naturaleza. Estas primeras aproximaciones se proponían demostrar, con base en las experiencias de los profesores en sus aulas, que estas concepciones están fuertemente influenciadas por los contextos socioculturales a los que pertenecen los estudiantes y que juegan un papel importante en el aprendizaje de

conceptos científicos. Las concepciones previas de conceptos científicos de los estudiantes constituyen todo un conjunto de presupuestos y creencias fundamentadas desde su cultura (SEPÚLVEDA, 2003). Son conocimientos que anteceden al aprendizaje escolar, pudiendo ser científicos o no, que dependen de los contextos socioculturales que los sujetos habitan. Sobre estas concepciones vale considerar que también pueden ser resultantes de la hibridación de conceptos científicos y otros sistemas de saberes (MASSON, STEINBERGER-ELIAS, 2009), como, por ejemplo, los conocimientos culturales construidos en las comunidades tradicionales.

Las concepciones previas de los estudiantes fueron nombradas originalmente como concepciones alternativas y sirvieron de base para que muchos autores desarrollaran variados estudios en relación con este tema (MORTIMER, 1996). Hoy en día aumentan cada vez más las publicaciones resultantes de investigaciones sobre la enseñanza de la ciencia que argumentan que las concepciones previas de los estudiantes pueden ser un medio e idóneo para facilitar el aprendizaje científico, porque ellas permiten contextualizaciones (BAPTISTA, 2007; TEIXEIRA, SOBRAL, 2010).

Es un hecho que todas las aulas de clases de ciencias constituyen espacios multiculturales, porque en ellas están presentes, como mínimo, dos culturas: la cultura de la ciencia, representada por el profesor, y la cultura inherente al medio social, en la cual están inmersos los estudiantes. Por esta razón, es necesario que los profesores investiguen y comprendan cuáles son los conocimientos previos que los estudiantes llevan consigo en los momentos de la aprendizaje escolar (COBERN, 1996). De esta forma, el profesor podrá establecer relaciones dialógicas, de semejanza o diferencia, entre la cultura de los estudiantes y la cultura de la ciencia que es enseñada (BAPTISTA, 2007). Esto, en consecuencia, contribuirá para que los profesores consigan contextualizar los contenidos de enseñanza dentro de los universos socioculturales de sus alumnos, así como en otros contextos, incluyendo el de la propia ciencia (BAPTISTA, 2012).

En el contexto sociocultural y la construcción del conocimiento científico es importante tener en cuenta que son muchos los temas considerados por los profesores como difíciles de abordar y para los estudiantes como difíciles de entender (MEGID-NETO, FRACALANZA, 2003). Esta dificultad puede aumentar con el uso de libros didácticos cuyo contenido posea un enfoque inadecuado a la realidad social de los alumnos. Según VASCONCELOS y SOUTO (2003), algunos libros didácticos han contribuido a incrementar los problemas relativos al enfoque del aprendizaje de contenidos científicos, pues en ellos se presenta una gran cantidad de información científica que, no obstante, está disociada del contexto y, por tanto, sin ningún significado para el estudiante.

Este artículo tiene por meta presentar y discutir los resultados de un estudio, que contó con la colaboración de una profesora de biología en una escuela pública en la ciudad de Feira de Santana, estado de Bahía, Brasil, cuyo principal objetivo fue construir un recurso didáctico que pueda ser utilizado en la enseñanza de la biología, basado en el diálogo entre el conocimiento cultural de los estudiantes, concretamente sus concepciones previas sobre los hongos, y el conocimiento biológico escolar sobre estos.

El estudio partió de las siguientes preguntas: ¿cómo trabajar las concepciones previas que los estudiantes poseen sobre los hongos en las aulas de ciencias?, ¿qué relaciones de semejanza y diferencia pueden ser establecidas entre esos conocimientos y el conocimiento biológico escolar?, ¿basándose en los conocimientos previos de los estudiantes, es posible elaborar un material didáctico que pueda ser utilizado en el diálogo intercultural en las aulas de ciencias?

De acuerdo con LEDERMAN (2006), la ciencia es una más de las diversas culturas existentes que buscan describir los fenómenos naturales. No obstante, la ciencia posee características que son peculiares y que difieren de las demás formas de explicación del mundo natural (COBERN, LOVING, 2001). El diálogo en la enseñanza de las ciencias es una relación de comunicación con negociación

de significados que se establece entre la cultura de la ciencia escolar y las demás culturas de las que forman parte los estudiantes (MORTIMER, 2002).

Marco teórico

Constructivismo contextual, pluralismo epistemológico y la importancia de la participación de los conocimientos previos en la enseñanza de ciencias

COBERN (1996) sostiene que la búsqueda constante de conocimiento para comprender el mundo que lo rodea, sea este físico, social o espiritual, es inherente al ser humano. Como consecuencia de esta búsqueda, el ser humano siempre está asignando significados y símbolos al mundo en el cual vive y a sus acciones, es decir, siempre está produciendo cultura. Cada cultura, a su vez, ofrece una interpretación particular de la naturaleza, lo que constituye un elemento importante respecto de la visión de mundo de una comunidad.

De acuerdo con COBERN (1996), el conocimiento científico no es algo dado a ser aprendido por el estudiante. Por el contrario, el autor considera que, debido al papel que la cultura juega en el desarrollo y validación de las creencias individuales, las ciencias, si bien están situadas en un contexto sociocultural, pueden considerarse como una segunda cultura. Teniendo en cuenta que la cultura influye las visiones de mundo de las personas, se torna clara su importancia para la enseñanza de la ciencia. Los conceptos científicos, que son parte de la cultura científica, necesitan ser trabajados en contextos que les den significados, caso contrario, serán colocados por los estudiantes en una categoría separada y eventualmente descartados, dando lugar al fenómeno denominado como apartheid cognitivo (COBERN, 1996).

Para COBERN y LOVING (2001) es importante que el objetivo de la enseñanza de las ciencias sea la demarcación de la ciencia y no la anulación de los saberes culturales de los estudiantes. La enseñanza de las ciencias debe priorizar que los estudiantes comprendan los conceptos científicos, es decir, que

dominen sus conceptos en lugar de tenerlos como válidos o verdaderos en sus vidas (COBERN, 2004). De esta forma, los estudiantes podrán ampliar sus concepciones con ideas científicas, en lugar de sentir que se anulan sus concepciones previas (COBERN, LOVING, 2001).

En la enseñanza de las ciencias no se debe tentar a que los estudiantes abandonen sus visiones de mundo para que crean en las teorías y en los conceptos científicos, teniendo a la ciencia como única fuente de conocimientos válidos. (COBERN, 2004; COBERN, LOVING, 2001). En la visión de COBERN y LOVING (2001), esta es una práctica científicista, pues menosprecia los demás sistemas de saberes culturales en pro de la ciencia que está siendo enseñada. La ciencia, según estos autores, no constituye el único sistema que produce conocimientos válidos. La ciencia, como actividad cultural e institución social, con valores y contextos de aplicación que le son específicos, representa uno entre los numerosos modos de conocer (COBERN, LOVING, 2001).

En la enseñanza de las ciencias se hace necesario que los profesores investiguen y comprendan los saberes culturales de los estudiantes y entiendan cómo estos pueden relacionarse con los contenidos que se enseñan en el ámbito escolar (COBERN, 1996).. Para MORTIMER (1996), con esto ocurrirá la mudanza de “perfil conceptual” en los estudiantes, en la cual las nuevas ideas adquiridas en las aulas pasarán a convivir con las ideas anteriores, pues cada una de ellas podrá ser empleada en el contexto en que sea conveniente. Como consecuencia de esto, una persona puede poseer, por ejemplo, dos o más versiones para un mismo concepto. Estas versiones componen una gama que representaría el perfil conceptual.

Diálogo intercultural y construcción de recursos didácticos alternativos

En la actualidad se admite que las concepciones previas de los estudiantes están presentes en todas las situaciones de aprendizaje en el aula. Las

concepciones previas son conocimientos derivados de la primera lectura del mundo por parte de los individuos y de la necesidad que ellos tienen de responder y resolver problemas cotidianos dentro de las culturas de las cuales forman parte. Es necesario que los profesores presten atención a las concepciones previas, pues es posible encontrar aulas en las cuales la mayoría de esas concepciones son coherentes con las ciencias, lo que facilitará la comunicación. Sin embargo, en aquellos escenarios en los que las concepciones previas de la mayoría de los estudiantes son diferentes de las concepciones científicas puede haber dificultades para comunicarse con ellos. En especial en el caso de aquellos estudiantes que provienen de medios culturales en los cuales la ciencia no forma parte de la cotidianidad, como, por ejemplo, estudiantes de comunidades tradicionales (pescadores artesanales, indígenas, agricultores, entre otros).

La investigación de las concepciones previas de los estudiantes se torna importante para que los profesores generen oportunidades que viabilicen el diálogo cultural con la ciencia y eviten el cientificismo. La perspectiva científicista de la enseñanza coloca la ciencia por encima de la cultura del estudiante y, según LOPES (1999), tiene carácter asimilacionista, en la medida en que centra la atención en la supervaloración de la ciencia en detrimento de otras culturas. Por esta razón, los estudiantes no consiguen relacionar los contenidos científicos enseñados con sus saberes culturales y sus vivencias, lo que ha generado desmotivación y, consecuentemente, desinterés por las aulas y los conceptos científicos (COBERN, 2001).

Para LOPES (1999) el diálogo es un proceso argumentativo en el cual los individuos exponen las razones de sus pensamientos, las cuales deben ser consideradas y evaluadas por criterios de validez y legitimidad que son propios de sus contextos. El diálogo constituye, entonces, un camino que puede contribuir para que los estudiantes entiendan que entre sus concepciones previas y las concepciones científicas pueden existir relaciones de semejanza o diferencia (BAPTISTA, 2007).

Sin embargo, el éxito del diálogo no depende solo del involucramiento de los saberes culturales, pero sí de la capacidad de escuchar, de dar voces a los significados (LOPES, 1999). En estos términos, desarrollar estrategias específicas para proliferar la interculturalidad puede constituir un gran desafío para muchos profesores, especialmente porque muchos están habituados a métodos expositivos fuertemente apegados a los libros didácticos (GARCIA, BIZZO, 2010).

De acuerdo con MEGID-NETO y FRACALANZA (2003), el libro didáctico tiene un papel determinante en la organización curricular, siendo la base para las aulas y la preparación de otros materiales que forman parte del contexto escolar. De igual forma, constituye un elemento fundamental en el proceso de formación de los estudiantes, siendo, para muchos, la única fuente escrita de conocimientos científicos (VASCONCELOS, SOUTO, 2003), razón por la cual, debe ser objeto de constantes investigaciones sobre sus cualidades y utilidades para la educación.

Los profesores de ciencias deben tener cuidado con los contenidos y con la forma en que estos son abordados en los libros didácticos. En especial para no generar visiones científicistas, conocimientos científicos equivocados y falta de significación para esta información en los estudiantes, entre otros aspectos (VASCONCELOS, SOUTO, 2003). A causa de esta dificultad metodológica y didáctica, ha surgido en las instituciones de enseñanza un tipo de investigación capaz de articular la práctica de pesquisa y el desarrollo profesional; esta se concreta mediante la aproximación entre la comunidad académica (universidades) y la comunidad de práctica (escuelas), las cuales estudian conjuntamente nuevas estrategias de enseñanza. Se entiende que este tipo de colaboración puede ofrecer las bases para que nuevas metodologías de enseñanza sean aplicadas, especialmente a partir de la elaboración de recursos alternativos a los libros didácticos. Para PIMENTA et al. (2001) el trabajo colaborativo conduce a los profesores a la investigación, problematización y análisis que les posibilitará comprender sus propias

prácticas pedagógicas y recursos utilizados, sea al producir significados y conocimientos que podrán generar cambios en la cultura escolar o al crear compromiso profesional y prácticas organizacionales participativas y democráticas.

Metodología

Caracterización de espacio, sujetos participantes y relación con los hongos

El presente estudio fue desarrollado en 2013, con la participación de 12 estudiantes (N=12) del segundo año de secundaria (nivel medio) y una profesora de biología. El estudio se llevó a cabo dentro del espacio escolar de una escuela pública localizada en la ciudad de Feira de Santana, región semiárida del estado de Bahía, al noreste de Brasil. En el momento de realizar la investigación la profesora, con formación académica en biología, tenía 45 años de edad y una experiencia docente de veinte años, de acuerdo con su propio testimonio.

Los estudiantes participantes pertenecían a ambos géneros, rango etario entre 15 y 16 años, residentes de diversas comunidades dentro y próximas al municipio de Feira de Santana, la segunda ciudad más populosa estado de Bahía, Brasil, y una de las principales del interior nordestino brasilero, con una población aproximada de 622 639 habitantes (IBGE, 2016). La región metropolitana incluye además otros seis municipios, en los cuales la actividad económica principal es la pecuaria y la agricultura de subsistencia, formando, así, una compleja y dinámica red cultural entre los sujetos que interactúan y construyen la educación informal y escolar.

Es importante informar las particularidades culturales de los saberes de estos estudiantes sobre los hongos. Los estudiantes tienen contacto directo con estos organismos, pues son cotidianamente conocidos y reconocidos en las comunidades donde viven y trabajan. Según la información obtenida con los campesinos que frecuentaban la escuela en la cual se realizó este estudio en 2013, los hongos son agentes responsables de acciones benéficas y

maléficas en la actividad agropecuaria local, por ejemplo, ayudan a combatir los insectos que dañan las hojas de las plantas, contribuyen a la fabricación de alimentos, curan la dermatitis en animales de cría y en humanos, entre otras bondades. Estos saberes involucran términos, símbolos, tradiciones, mitos y prácticas cotidianas de estos estudiantes, y constituyen, junto con otros elementos, sus universos socioculturales.

La escuela participante del estudio brinda formación en educación primaria y secundaria en las jornadas mañana y tarde, así como la educación de jóvenes y adultos en jornada nocturna (EJA). También ofrece un curso pre-universitario. Por motivos de confidencialidad no será revelada la identidad de la escuela participante.

Enfoque y procedimientos metodológicos

La investigación se caracterizó por el trabajo colaborativo entre la universidad y la escuela. Para RIGELMAN y RUBEN (2012) durante el trabajo colaborativo acontecen diálogos entre las teorías y las acciones, lo que, idealmente, resulta en la construcción y reconstrucción de saberes pedagógicos relacionados tanto con los contextos escolares como universitarios. Así, en el trabajo colaborativo tanto el investigador como el profesor son considerados productores de saberes en busca de mejoras en la calidad de la pesquisa y la enseñanza.

Se selecciono este abordaje, porque permite la recolección de datos mediante un contacto directo e interactivo entre el investigador y el objeto de estudio (NEVES, 1996), en este caso, debido a que el foco del estudio eran las concepciones previas de los estudiantes y sus relaciones con el conocimiento científico escolar, este enfoque resultaba apropiado. En la investigación cualitativa, según LÜDKE y ANDRÉ (1986), es común que el investigador procure entender los fenómenos bajo la perspectiva de los participantes y de la situación en la cual el fenómeno acontece para que, basado en esto, presente su interpretación sobre los fenómenos investigados.

En consecuencia con lo anterior, el primer paso fue elaborar un cuestionario con preguntas subjetivas sobre los hongos, con el cual se buscaba dejar un margen abierto para que los estudiantes pudieran responder representando libremente sus concepciones previas sobre el asunto (cuadro 1). Este cuestionario fue elaborado en colaboración con la profesora de la escuela que participó de la investigación basándose en los contenidos programáticos de la disciplina de biología en la escuela y las experiencias socioculturales de los estudiantes en relación con los hongos. Las respuestas de los estudiantes fueron analizadas y agrupadas en categorías, cuyos datos sirvieron de base para la construcción de tablas de cognición comparada que, según MARQUES (2001), son tablas en las cuales los conocimientos culturales de las personas son organizados paralelamente al conocimiento científico. En estas se buscó establecer relaciones de semejanza y diferencia entre las concepciones previas de los estudiantes y el conocimiento científico escolar (BAPTISTA, 2007) sobre los hongos, lo que facilitó la elaboración del material didáctico. Con el fin de garantizar la privacidad, los estudiantes participantes serán identificados por medio de códigos, v.g: E1, para el primer estudiante analizado; E2, para el segundo estudiante analizado; hasta E12.

Cuadro 1. cuestionario aplicado a los estudiantes.

1. Para usted, ¿qué son los hongos?
2. ¿En qué locales podemos encontrar los hongos?
3. ¿Los hongos son perjudiciales para el hombre? Justifique su respuesta.
4. ¿Pueden ser producidos medicamentos a partir de los hongos? Justifique su respuesta.
5. ¿Existen alimentos fabricados con el uso de los hongos?
6. ¿Usted cree que los hongos están presentes en nuestro cuerpo? Explique.
7. ¿Los hongos causan enfermedades en otros seres vivos?
8. ¿Cuál es el papel que los hongos ejercen en la naturaleza? Justifique su respuesta.

Fuente: elaborado por las autoras.

Después de la construcción de las tablas, se procedió a la confección de un juego didáctico. La idea de desarrollar el juego fue de la profesora participante, ya que, según ella, ha participado, en la escuela en la cual trabaja, en actividades con juegos diseñadas por sus colegas de trabajo. Estas actividades forman parte de la búsqueda de herramientas alternativas para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. La idea de la profesora encaja con la propuesta de construcción de materiales educativos que forma parte de la reciente literatura acerca de la enseñanza de las ciencias, y, de acuerdo con la cual, estos materiales contribuyen de forma significativa en la enseñanza y, por consiguiente, en el aprendizaje y formación del profesor de ciencias (BAIRRAL, 2016; DAVIS, KRAJCIK, 2005).

En consecuencia con la idea de la profesora, fue elaborado un juego de tablero y dados, en el que se usó papel tamaño A4 para la confección del tablero. Además fueron empleados: pincel de color negro, lápices de colores azul, naranja, verde, violeta y amarillo. Para ilustrar el tablero se adicionaron algunos diseños de hongos disponibles de forma libre en internet. Los materiales fueron considerados de bajo costo por la profesora participante, lo que hace viable replicar otros tableros para que puedan ser usados por otros profesores de biología del colegio involucrado en el presente estudio.

A partir de las tablas de cognición previamente elaboradas, se dio inicio al análisis de los resultados con el fin de identificar los términos más utilizados en las respuestas de los estudiantes. A continuación, fueron elaboradas las preguntas, orientadas a la biología de los hongos, y se seleccionaron algunas imágenes de estos organismos para confeccionar cartas, que formaban parte de los insumos para llevar a cabo el juego. Es pertinente aclarar que las preguntas formuladas buscaron trazar una relación entre los conocimientos previos y el conocimiento científico escolar sobre los hongos.

Resultados y discusión

En las tablas 1 y 2 se exponen las relaciones de semejanza y diferencia encontradas en las respuestas

de los estudiantes al cuestionario y los contenidos científicos sobre los hongos disponibles en los libros didácticos de biología que son utilizados por la profesora participante.

Es importante señalar que en estas tablas, dado el corto espacio de este artículo, no serán presentadas las respuestas de todos los

estudiantes que solucionaron el cuestionario (doce alumnos), pero sí se consignan las respuestas que evidenciaron de forma más clara los conocimientos previos sobre los hongos. Además, es importante tener en cuenta que algunas respuestas no incluidas fueron semejantes a las registradas en las tablas.

Tabla 1. Relaciones de semejanza entre las respuestas de los estudiantes y el conocimiento científico escolar contenido en los libros didácticos.

Respuestas de los estudiantes	Citaciones en los libros didácticos
Los hongos son organismos que poseen un sombrero, conocidos como setas, y existen otros que tienen forma de bolita que son utilizados para colocar en la masa del pan para que ella crezca (E2-16 años).	Los hongos pueden ser multicelulares como los del grupo <i>basidiomycota</i> que tienen hifas, micelios y cuerpo de fructificación, como las setas (SILVA-JUNIOR <i>et al.</i> 2010, p. 53). Los hongos pueden ser unicelulares como los de la especie <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , la levadura utilizada en el proceso de fermentación del pan (SILVA-JUNIOR <i>et al.</i> 2010, p. 49).
Los hongos están presentes en toda la naturaleza (E4-16 años).	Los hongos son organismos que se desenvuelven con extrema facilidad en los más diversos ambientes, terrestres y acuáticos (SILVA-JUNIOR <i>et al.</i> 2010, p. 52).
Algunos hongos causan enfermedades, pero existen aquellos que hacen bien (E10-15 años).	Algunas especies de hongos son patógenos oportunistas, pudiendo causar infecciones en individuos cuya defensa inmunológica esté comprometida. Pero la gran mayoría es benéfica (SILVA-JUNIOR <i>et al.</i> 2010, p. 50).
Existen hongos que producen remedios antibióticos para curar enfermedades (E5-15 años).	Un hongo del género <i>Penicillium</i> produce una sustancia responsable por el efecto bactericida: la penicilina, un antibiótico importante utilizado para el combate de diversas enfermedades (SILVA-JUNIOR <i>et al.</i> 2010, p. 50).
Existen alimentos preparados a base de hongos, que realizan la fermentación, para producir pan y cerveza. Otros sirven para comer (E7-15 años).	Un hongo muy utilizado en la alimentación pertenece a la especie <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (la levadura de cerveza, el fermento biológico) siendo utilizado en la producción de bebidas alcohólicas y en el proceso de panificación. En el grupo de los <i>Basidomicetos</i> son encontrados las setas comestibles como los <i>champignons</i> , <i>shiitake</i> , <i>pleurotus</i> entre otros (SILVA-JUNIOR <i>et al.</i> 2010, p. 53).
Enfermedades más conocidas causadas por los hongos son la micosis del pie y micosis de uñas [...] (E9-16 años).	Las infecciones causadas por hongos son conocidas como micosis y entre ellas podemos citar: micosis del pie, micosis de la piel, pie de atleta, candidiasis oral, etc. Entre las infecciones respiratorias, rinitis, asma y bronquitis (SILVA-JUNIOR <i>et al.</i> 2010, p. 51).
Los hongos poseen importancia fundamental para la limpieza del medio ambiente y son buenos para la naturaleza, pues devuelven nutrientes a ella (E8-16 años).	Los hongos actúan en la descomposición de los materiales orgánicos presentes en la naturaleza y devuelven nutrientes importantes a ella (SILVA-JUNIOR <i>et al.</i> 2010, p. 57).

Fuente. elaborado por las autoras con base en los resultados de la investigación.

Tabla 2. Relaciones de diferencia entre las respuestas de los estudiantes y el conocimiento científico escolar contenido en los libros didácticos.

Respuestas de los estudiantes	Citaciones en los libros didácticos
Los hongos son bacterias (E3-15 años).	Los hongos presentan algunas funciones que se asemejan a las bacterias y esto muchas veces puede causar una confusión al alumno. Pero son organismos bastante distintos (SILVA-JUNIOR, <i>et al.</i> 2010, p. 52).
Los hongos son plantitas que están en la naturaleza (E11-16 años).	En tiempos remotos los hongos fueron clasificados como vegetales, resaltando su modo de reproducción, bajo la forma de esporas. Pero hoy ya se sabe de la existencia del reino Fungi y este no forma parte del reino vegetal (SILVA-JUNIOR <i>et al.</i> , 2010, p. 51).
Los hongos son repugnantes y causan enfermedades (E1-16 años).	Existen personas que poseen aversión a los hongos. Muchos relacionan los hongos solamente con enfermedades, olvidándose de sus enormes beneficios (SILVA-JUNIOR <i>et al.</i> , 2010, p. 50).

Fuente. elaborado por las autoras con base en los resultados de la investigación.

Las respuestas de los estudiantes revelaron variadas concepciones previas que establecen relaciones de semejanza y diferencia con el conocimiento científico escolar, como es posible constatar a continuación:

Relaciones de semejanzas entre los conocimientos previos y el científico escolar

En relación con la pregunta sobre qué son los hongos, E2 respondió indicando que "...son organismos que poseen un sombrero". Es posible que este estudiante se esté refiriendo a las setas, muy presentes en los más variados medios sociales. Las setas presentan una estructura llamada píleo que, de hecho, se parece a un sombrero y llama la atención por sus tamaño, forma y color que es variado, siendo visibles en diversos lugares como patios y jardines. El píleo forma parte de la estructura reproductiva del filo *basidiomyceto* y su conocimiento es importante, pues puede facilitar la comprensión del estudiante sobre la reproducción de este filo. Este tipo de concepción acerca de los hongos parece ser muy común entre las personas de América Latina, incluyendo a los estudiantes de escuelas de educación primaria y secundaria, lo que puede significar una base cultural ancestral común (véase RUI, 2013; FLAMINI

et al., 2015). De acuerdo con AIKENHEAD (1996) y COBERN (1996), los conocimientos que las personas poseen sobre la naturaleza están fuertemente influenciados por los contextos culturales de los cuales forman parte y que dan forma a sus visiones de mundo. Posiblemente, para E3 el sombrero sea la denominación en su cultura para lo que la biología denomina como píleo.

E2 también escribió: "Los hongos tienen forma de bolita y son colocados en la masa del pan para que este crezca". Esta información es parte del conocimiento cotidiano de algunos estudiantes que tienen el pan como integrante de su alimentación. Estas bolitas son una especie de hongo unicelular llamado *Saccharomyces cerevisiae*, que es una levadura utilizada para la producción de panificados y otras masas así como también en la producción de bebidas alcohólicas. Este conocimiento puede facilitar la comprensión del proceso de fermentación realizado por este hongo. La respuesta de E2 revela un conocimiento propio que puede haber sido influenciado por conocimientos transmitidos por medio de sus familiares, del medio sociocultural de donde proviene o de manuales escolares y otros medios de divulgación científica.

Las respuestas de los estudiantes a la pregunta sobre el peligro que los hongos pueden representar

para el hombre revelaron que, para ellos, estos organismos pueden ser benéficos o perjudiciales. Sirve como ejemplo la respuesta de E10: “Algunos hongos causan enfermedades, pero existen aquellos que hacen bien”. Esta respuesta trae importantes indicios de posibilidades de diálogo en aula, por ejemplo, sobre cuáles son los tipos de infecciones causadas por los hongos y cómo tratarlos. De hecho, para la ciencia, algunos hongos pueden ser perjudiciales para el hombre debido a que causan enfermedades. Para ALEXOPOULOS *et al.* (1996) existe, además, una porción muy pequeña de hongos patógenos, siendo, por tanto, la mayoría benéficos. La concepción de E10 queda más evidente cuando este escribe: “Algunos”, indicando, así, que no todos los hongos causan enfermedades. Según OGAWA (1995), enseñar en armonía con los saberes culturales de los estudiantes en el ámbito de enseñanza de las ciencias significa incorporar a los nuevos aprendizajes las visiones del mundo de estos individuos. En oposición, cuando la cultura de los estudiantes se considera como incompatible con la cultura de la ciencia la enseñanza tiende a no aceptar las visiones de mundo de los estudiantes, forzándolos, en consecuencia, a rechazar sus pensamientos. Por esta razón, es fundamental que el docente utilice las concepciones previas de los estudiantes para promover la interactividad ente estos conocimientos y el conocimiento científico.

Por otro lado, los estudiantes también respondieron que los hongos producen medicamentos. Para E5, por ejemplo, “Existen hongos que producen remedios antibióticos para curar enfermedades”. Esta respuesta indica que el estudiante posee conocimiento previo de que los hongos producen alguna sustancia que sirve para la fabricación de remedios. Esta idea puede ser ampliada por el profesor a través del diálogo con la ciencia, así, por ejemplo, el profesor podrá discutir acerca de la utilización de determinados hongos para la obtención de antibióticos y su actuación en el organismo humano, o también podrá dialogar con los estudiantes sobre la historia del descubrimiento de los antibióticos por Alexander Fleming.

A partir de la respuesta de E5, quien indica específicamente que: “Los hongos producen un antibiótico”, se evidencia que los medios de comunicación han sido efectivos en la difusión de información acerca de los medicamento antibióticos. Que a los estudiantes se les facilite dar este tipo de respuesta tiene que ver con que habitan un medio fuertemente influenciado por los medios de comunicación. Sin embargo, es responsabilidad del profesor reforzar la idea de que los antibióticos tienen acciones específicas sobre las bacterias y que deben ser recetados exclusivamente por un médico. De acuerdo con ALEXOPOULOS *et al.* (1996), hongos del genero *penicillium* son empleados en la industria farmacéutica en la producción de antibióticos como la penicilina, la griseofulvina y la cefalosporina, así como también de vitaminas como la riboflavina y otros tipos de enzimas.

En relación con la pregunta acerca de si los hongos causan enfermedades en otros seres vivos, el estudiante E9 muestra que posee conocimiento detallado sobre las enfermedades provocadas por hongos y responde: “Enfermedades más conocidas causadas por hongos son micosis del pie, micosis de uñas [...]”, aproximándose al conocimiento científico descrito en el texto escolar. Según ALEXOPOULOS *et al.* (1996), las infecciones causadas por hongos son conocidas como micosis, y entre ellas podemos citar las del pie, uñas, piel, pie de atleta, etc. Además, se presenta la existencia de enfermedades alérgicas que afectan el sistema respiratorio como: rinitis, asma y bronquitis. Aun así, los hongos patógenos son pocos. Es importante que el profesor utilice estos conocimientos básicos de los estudiantes y los amplíe con conocimientos científicos, por ejemplo, detallando las enfermedades, las formas de contagio y los cuidados para evitarlas.

Sobre la pregunta: ¿los hongos ejercen algún papel en la naturaleza?, E8 respondió que: “Los hongos tienen fundamental importancia en la limpieza del medio ambiente y son benéficos para la naturaleza, pues devuelven nutrientes a ella”. Esta concepción trae implícita una cuestión ambiental sobre el papel del hongo para el equilibrio

ecológico, ya que los hongos actúan en la descomposición de materiales orgánicos muertos presentes en la naturaleza y los transforman en importantes nutrientes. De acuerdo con la concepción científica descrita por ALEXOPOULOS *et al.* (1996), efectivamente, los hongos son importantes agentes en la descomposición de materia orgánica y la transforman en nutrientes esenciales para el ciclo del carbono y el nitrógeno.

Relaciones de diferencia entre los conocimientos previos y el conocimiento científico escolar

Algunos estudiantes presentaron concepciones equivocadas desde el punto de vista científico sobre qué son los hongos y sus relaciones con otros organismos. Para E3, por ejemplo, “Los hongos son bacterias”. Durante las charlas informales con algunas profesoras de biología de la escuela bajo estudio fue posible constatar que algunos alumnos confunden hongos con bacterias, a pesar de que desde la enseñanza de biología se argumenta que estos organismos son totalmente diferentes. La respuesta de E3 puede deberse a que no consiguió relacionar esta información con su cotidiano. Por lo tanto, es posible que E3 no haya comprendido la importancia de este contenido cuando fue trabajado en las clases. En este caso, corresponde entonces al profesor relacionar los hongos con experiencias del cotidiano de los alumnos para que ellos puedan identificar en qué medida sus ideas cotidianas se asemejan o diferencian de las explicaciones científicas. En la enseñanza de las ciencias es necesario que los contenidos científicos dialoguen con el cotidiano de los estudiantes, de modo que ellos puedan ampliar sus ideas, pues, como acertadamente argumenta FREIRE (1967), enseñar no es transmitir conocimientos, es crear condiciones para la construcción de saberes que sean útiles cotidianamente.

Para E11 “Los hongos son plantitas que están en la naturaleza”. Hasta el siglo XIX los hongos eran clasificados como vegetales, debido a su modo de reproducción, mediante esporas, lo que lo hace

semejante al de algunas especies vegetales. De ahí en adelante, sin embargo, se clasifican en el reino Fungi, que es independiente del reino vegetal. De acuerdo con ALEXOPOULOS *et al.* (1996), el reino Fungi tiene características propias, está constituido por organismos complejos que poseen varias utilidades, por ejemplo, la fermentación, descomposición, biorremediación, control biológico, entre otros.

Según E1, “Los hongos son repugnantes y causan enfermedades”. La aversión de personas a los hongos recibe el nombre de micofobia. Muchos asocian los hongos solamente con enfermedades y los describen como repugnantes. Algunos alumnos demostraron que no conocen los beneficios ofrecidos por los hongos; el origen de estas creencias es, obviamente, cultural, pues algunas personas adultas tienen escrúpulos al tratar con los hongos, porque presuponen que estos son venenosos y transmiten enfermedades.

Es posible que los conocimientos científicos sobre los hongos no formen parte del cotidiano de E3, E11 y E1. De ahí que, frecuentemente, se considera erróneas las respuestas de estos estudiantes sobre los hongos. Sin embargo, mediante el diálogo intercultural trabajado en las aulas las ideas nuevas construidas en el proceso de aprendizaje interactúan y se acoplan con ideas anteriores, permitiendo que cada una de ellas se emplee en un contexto diferente (COBERN, 1996). En este sentido, el rol de los profesores que trabajan en enseñanza de ciencias es contribuir para que los estudiantes amplíen y profundicen sus concepciones culturales con ideas científicas (COBERN, LOVING, 2001).

El juego didáctico

El juego didáctico elaborado fue llamado Conociendo los hongos. Consiste en un tablero colorido en el cual cada parte representa una casilla. Las casillas son de diferente color y cada una de ellas asigna una tarea que debe ser cumplida para continuar el juego u e debe s, a saber: responder preguntas, avanzar a otra casilla o regresar al inicio del juego (figura 1).



Figura 1. Tablero del juego didáctico Conociendo los Hongos, elaborado con base en las concepciones de los estudiantes.

Fuente: elaborado por las autoras.

Antes de presentar las instrucciones del juego a los estudiantes el profesor solicita que los estudiantes se organicen en equipos de hasta cinco integrantes, lo que permitirá una mayor socialización de la información. Una vez se imparten las instrucciones se da inicio al juego:

Primera etapa

Cada grupo recibirá una carta con cuatro tipos de hongos (figura 2). El equipo debe proveer información, a partir de sus conocimientos previos, sobre los hongos contenidos en su carta.



Figura 2. Carta con cuatro tipos de hongos.

Fuente: elaborado por las autoras.

En esta etapa se busca que la información ofrecida por los estudiantes abarquen aspectos como: el filo al cual pertenecen, sus características morfológicas, relaciones con el hombre, entre otros. Las concepciones previas dialogarán con los saberes biológicos durante el desarrollo del juego, es decir, a medida que los estudiantes presentan sus concepciones el profesor mediará y presentará relaciones de semejanza y diferencia con los saberes biológicos. El tiempo para las respuestas será de cinco minutos, que podrán ser ampliados según el desenvolvimiento cognitivo del grupo.

Segunda etapa

El profesor definirá si cada equipo cumplió con la tarea anterior, observando el volumen de información suministrado sobre la carta de hongos asignada. En caso afirmativo, un representante del equipo podrá lanzar el dado, el cual tiene instrucciones en cada uno de sus lados, por ejemplo, avanzar un determinado número de casillas o cumplir una penalidad (figura 3), entre otras.

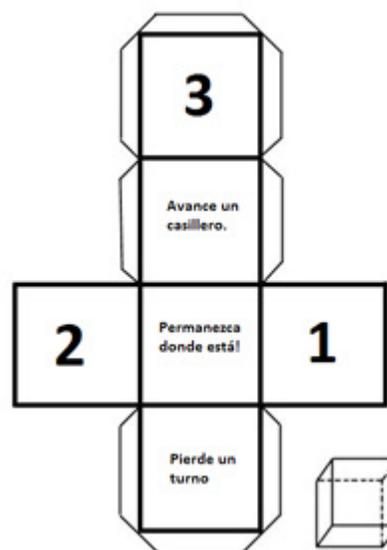


Figura 3. Representación de los lados del dado del juego didáctico.

Fuente: elaborado por las autoras.

Dependiendo del color y número de la casilla en que caiga (figuras 1 y 3), los estudiantes deberán ejecutar una tarea. El color de las casillas significa:

Casilla amarilla (pregunta): en esta casilla, los jugadores eligen aleatoriamente una carta del grupo de cartas amarillas. Son 32 cartas, cada una con una pregunta y varias alternativas para selección. A causa de las limitaciones espaciales de este documento, se presentan cuatro ejemplos escogidos aleatoriamente (figura 4).

Para continuar jugando, los estudiantes deben responder la pregunta de la carta, en caso contrario, el grupo pierde el turno y el próximo equipo pasa a jugar.

<p>3 – El sombrero de las setas es conocido en los libros didácticos como:</p> <p>a) Pileo b) Corola c) Colimela d) Opérculo</p>	<p>5 –Cuál de las alternativas caracteriza a los hongos?</p> <p>a) Son fotosintéticos b) Poseen cascaras o caparazones c) Pueden ser micro o macroscópicos d) No poseen células</p>
<p>16 –Cuál de las siguientes enfermedades es causada típicamente por hongos?</p> <p>a) Gonococos b) Lepra c) Caspa d) Tétano</p>	<p>32 – Los hongos poseen una reserva de energía en forma de azúcares. Indique la alternativa correcta:</p> <p>a) Almidón b) Clorofila c) Glucógeno d) Celulosa</p>

Figura 4. Ejemplo de cartas del bloque amarillo con preguntas y alternativas de respuesta.

Fuente: elaborado por las autoras.

<p>3 – Podemos observar que en tiempos fríos los zapatos y otros objetos quedan cubiertos con un polvo blanquecino. Como llamamos a ese polvo? Por qué esto acontece en invierno y no es común en periodos calientes?</p>	<p>6 – Los hongos poseen una nutrición heterotrófica. Explique su significado.</p>
<p>13 – En la producción de panificados es utilizado un hongo parecido con bolitas, que es una levadura del genero <i>Saccharomyces cerevisiae</i>, este hincha la masa. Cuál es el nombre de este proceso?</p>	<p>19 – Piense en un jardín. En el existen plantas diferentes de las setas, que son hongos. Podrías explicar algunas características que diferencian los hongos de las plantas?</p>

Figura 5. Ejemplos de cartas del bloque violeta con preguntas abiertas.

Fuente: elaborado por las autoras.

Casilla violeta (situaciones cotidianas): los jugadores deben elegir aleatoriamente una carta del bloque violeta, formado por 16 preguntas abiertas relacionadas con su día a día. Se presentan cuatro ejemplos (figura 5).

Para continuar jugando, los estudiantes deben responder según sus saberes previos. En caso de no responder, pierden el turno y pasan el dado al próximo equipo.

Casilla azul (recompensa): avanza automáticamente a la próxima casilla.

Casilla naranja (castigo): el equipo retroce una casilla y pasa el turno al próximo equipo.

Casilla verde (¿quién soy?): el equipo debe elegir una carta del bloque verde que contiene un tipo de Filo, debe responder correctamente el tipo de filo (ascomicetos, basidiomicetos o zigomicetos) del que se trata y presentar una característica que lo identifique. Si no responde correctamente pasa el turno al próximo equipo.

El juego finaliza cuando todos los equipos lleguen al final del tablero. El equipo ganador es el que obtiene mayor número de aciertos y, por ende, más puntaje; es indiferente quién completó primero el recorrido.

Consideraciones finales

La investigación acerca de los conocimientos previos de los estudiantes en colaboración con la profesora participante de este estudio fue fundamental para establecer relaciones de semejanza y diferencia entre los conocimientos previos de los estudiantes y los conocimientos científicos escolares. Se evidenció que las relaciones de semejanza repuntan sobre las de diferencia.

El diagnóstico y reconocimiento de esas relaciones fue imprescindible en la planificación y construcción de un juego educativo, basado en el diálogo intercultural, que permitió delimitar y profundizar las ideas científicas de la biología de los hongos con base en el conocimiento sociocultural de los estudiantes. Lo anterior, por supuesto, no implica una jerarquización de los conocimientos, sino su mutua cooperación en pro del aprendizaje de los escolares. En este sentido, considerando la importancia cultural de los hongos en la vida cotidiana de estos sujetos, se espera que esta ampliación contribuya al desarrollo de pensamiento crítico, así como a la

toma de decisiones que posibiliten resolver problemas que involucren los conocimientos científicos o locales en sus realidades agropecuarias, por ejemplo: ¿el uso humano de antibióticos elaborados con hongos debe ser evitado?; al hacer el pan casero utilizando levaduras, ¿por qué es necesario dejar la masa reposar por un tiempo y en un ambiente oscuro?; ¿qué cuidados se debe tener para evitar el apareamiento de dermatitis causadas por hongos?

Se espera que las discusiones presentadas en este artículo sirvan de base para otros trabajos sobre la misma temática, así como para otros estudios que involucren otros contenidos de enseñanza de ciencias y la elaboración de recursos didácticos basados en el diálogo intercultural entre las concepciones culturales previas de los estudiantes y los saberes científicos escolares.

Seguros de que el juego, como recurso didáctico y educativo, configura una dinámica de grupo que facilita los procesos de enseñanza y aprendizaje (PEDROSO, 2003), se espera dar continuidad a este estudio y desarrollar estrategias con la profesora participante para el uso en aulas de biología del recurso didáctico aquí presentado. Lo anterior, en concordancia con lo dicho por SILVA, DORNFELD (2016), porque la dinámica de grupo necesita ser planeada para que produzca una respuesta en los estudiantes a los estímulos del medio que podrían contribuir, eventualmente, a la liberación de ideas que serán trabajadas por ellos al nivel de cognición y ejercicios.

Finalmente, también se espera que este trabajo sirva para motivar a otros profesores e investigadores del área para que participen de trabajos colaborativos entre las universidades y la escuela, con la intención de mejorar las prácticas pedagógicas interculturales y generar nuevas oportunidades para que los estudiantes tengan mayor interés por las ciencias, en este caso, por la micología.

Referencias

- AIKENHEAD, G. Science Education: Border Crossing into the Subculture of Science. **Studies in Science Education**, v. 27, pp. 1-52. 1996.
- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. M. **Introductory Mycology**. John Wiley. New York: EE. UU, 1996.
- BAIRRAL, M. A. Materiais curriculares educativos online como uma estratégia ao desenvolvimento profissional em matemática. **Zetetiké: Revista de Educação Matemática**, v. 24, n. 45, pp. 75-92. 2016.
- BAPTISTA, G. C. S. A Contribuição da etnobiologia para o ensino e a aprendizagem de Ciências: estudo de caso em uma escola pública do Estado da Bahia. Maestría en Enseñanza, Filosofía e Historia de las Ciencias, Instituto de Física, Universidad Federal de Bahía y Universidad Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2007.
- BAPTISTA, G. C. S. A etnobiologia e sua importância para a formação do professor de ciências sensível à diversidade cultural: indícios de mudanças das concepções de professoras de biologia do estado da Bahia. Doctorado en Enseñanza, Filosofía e Historia de las Ciencias, Universidad Federal de Bahía y Universidad Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2012.
- COBERN, W. W. Constructivism and Non-Western Science Education Research. **International Journal of Science Education**, v. 4, n. 3, pp. 287-302. 1996.
- COBERN, W. W. Apples and Oranges: A Rejoinder to Smith and Siegel. **Science Education**, v. 13, n. 6, pp. 583-589. 2004.
- COBERN, W. W.; LOVING, C. C. Defining Science in a Multicultural World: Implications for Science Education. **Science Education**, v. 85, pp. 50-67. 2001.
- DAVIS, E. A.; KRAJCIK, J. S. Designing Educative Curriculum Materials to Promote Teacher Learning. **Educational Researcher**, v. 34, n. 3, pp. 3-14. 2005.
- FLAMINI, M.; ROBLEDO, G. L.; SUÁREZ, M. E. Nombres y clasificaciones de los hongos según los campesinos de La Paz (Valle de Traslasierra, Córdoba, Argentina). **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 50, n. 3, pp. 265-289. 2015.

- FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Paz e Terra. Rio de Janeiro: Brasil, 1967.
- GARCIA, P. S.; BIZZO, N. A pesquisa em livros didáticos de ciências e as inovações no ensino. **Educação em Foco**, v. 13, n. 15, pp. 13-35. 2010. Instituto Brasileiro de Geografia y Estadística (IBGE). **Cidades - Feira de Santana**. Disponible en: <http://cod.ibge.gov.br/3HC>. Visitado en: 20, ene., 2016.
- LEDERMAN, N. G. Nature of Science: Past, Present, and Future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Handbook of Research on Science Education**. Lawrence Erlbaum. New Jersey: EE.UU., 2006. pp. 831-880.
- LOPES, A. C. Pluralismo cultural em políticas de currículo nacional. In: **Currículo: políticas e práticas**. Papirus. Campinas: Brasil, 1999. pp. 59-80.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. A. D. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. E.P.U. São Paulo: Brasil, 1986.
- MARQUES, J. G. W. **Pescando Pescadores**. 2ª ed. NUPAUB/USP. São Paulo: Brasil, 2001.
- MASSON, A. O.; STEINBERGER-ELIAS, M. B. Hibridização de conceitos na divulgação científica. In: II SIMPOSIO DE INICIACIÓN CIENTÍFICA DE LA UNIVERSIDAD FEDERAL DO ABC (SIC-UFABC), Santo André (SP), 2009. Disponible en: http://ic.ufabc.edu.br/II_SIC_UFABC/resumos/paper_5_280.pdf, Visitado en: 15, ago., 2014.
- MEGID-NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157. 2003.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: Para onde vamos? **Investigações em ensino de ciências**, v. 1, n. 1, pp. 20-39. 1996.
- MORTIMER, E. F. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. **Revista Brasileira em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, pp. 25-35. 2002.
- MOURA, G. R. S.; VALE, J. M. F. do. O ensino de ciências na 5ª e na 6ª séries da escolar fundamental. In: Nardi, R. (Org.) **Educação em ciências da pesquisa à pratica docente**. 3. ed. Escrituras. São Paulo: Brasil, 2003. pp. 135-143.
- NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Cadernos de Pesquisa em Administração**, v. 1, n. 3, pp. 1-5. 1996.
- OGAWA, M. Science Education in a Multiscience Perspective. **Science Education**, v. 79, n. 5, pp. 583-593. 1995.
- PEDROSO, C. V. Jogos didáticos no ensino de biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático. In: ANALES DE IX CONGRESO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (EDUCERE) & III ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE PSICOPE-DAGOGIA, pp. 3182-3190, Curitiba, Paraná, Brasil, 2009.
- PIMENTA, S. G.; GARRIDO, E.; MOURA, M. O. Pesquisa Colaborativa na escola facilitando o desenvolvimento profissional de professores. In: ANALES DE LA 24ª REUNIÓN NACIONAL DE LA ANPED, pp. 1-21. Caxambu, Minas Gerais, Brasil, 2001.
- RIGELMAN, N. M.; RUBEN, B. Creating Foundations for Collaboration in Schools: Utilizing Professional Learning Communities to Support Teacher Candidate Learning and Visions of Teaching. **Teaching and Teacher Education**, v. 28, n. 7, pp. 979-989. 2012.
- RUI, H. M. G. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: Uma sequência didática sobre o tema fungos para o Ensino Fundamental. Maestría en Educación en Ciencias y Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo. 2013.
- SEPÚLVEDA, C. A. S. A relação entre ciência e religião na trajetória de formação profissional de alunos protestantes da licenciatura em ciências biológicas. Maestría en Enseñanza, Filosofía e Historia de las Ciencias, Instituto de Física, Universidad Federal de Bahia y Universidad Estadual de Feira de Santana, Salvador. 2003.
- SILVA, D. T. da; DORNFELD, C. B. Dinâmicas de grupo em aulas de biologia: uma proposta motivacional para a aprendizagem. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 1, pp. 147-166. 2016.

SILVA-JUNIOR, C. da; SASSON, S.; CALDINI-JÚNIOR, N. **Biologia**, v. 2. Saraiva. São Paulo: Brasil, 2010.

TEIXEIRA, F. M.; SOBRAL, A. C. M. B. Como novos conhecimentos podem ser construídos a partir dos conhecimentos prévios: um estudo

de caso. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 3, pp. 667-677. 2010.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental: proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, pp. 93-104. 2003.





ADAPTACIÓN DEL INSTRUMENTO METODOLÓGICO DE LA REPRESENTACIÓN DEL CONTENIDO (ReCo) AL MARCO TEÓRICO DEL CTPC

Adaptation of the methodological instrument of the representation of the content (CORE) to the theoretical framework of TPCK

Boris Fernando Candela¹

Cómo citar este artículo: Candela, B. F. (2017). Adaptación del instrumento metodológico de la representación del contenido (ReCo) al marco teórico del CTPC. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 158-172.
doi: 10.14483/23464712.11175.

Recibido: 15 de noviembre 2016 / Aceptado: 8 de abril de 2017

Resumen

Desde mediados de la década de los ochenta, la comunidad de educación en ciencias se ha interesado en que los profesores identifiquen y desarrollen el conocimiento pedagógico del contenido (CPC). Para ello, se han diseñado programas de educación desde una perspectiva por "orientación reflexiva", estructurados a partir de un conjunto de actividades de formación cuyas tareas se centran en la práctica del diseño de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos, en los cuales el instrumento metodológico de la *representación del contenido* (ReCo) ha jugado un papel crítico. La estructura lógica de este brinda la posibilidad a los profesores de tomar conciencia de los elementos teóricos y metodológicos que fundamentan el CPC. Por otro lado, con la emergencia al primer plano de las tecnologías digitales como instrumento de representación de los contenidos y gestión efectiva del aula, se genera la necesidad de transformar el constructo del conocimiento pedagógico del contenido (CPC) a conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido (CTPC). En este sentido, resulta pertinente adaptar la estructura epistemológica de la ReCo al marco teórico del emergente constructo del CTPC, con el fin de que este instrumento continúe siendo utilizado como una heurística clave en los programas de educación donde la práctica del diseño de ambientes de aprendizaje resulta importante para el desarrollo profesional de los profesores. Desde luego, la adaptación de la ReCo

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

a la perspectiva del CTPC viene acompañada por una conceptualización de cada uno de los 12 ítems que la configuran con el fin de ilustrar a los enseñantes durante el desarrollo de estos.

Palabras clave: CPC, CTPC, programas de formación.

Abstract

Since the middle of the eighties the community in science education has been interested in teachers to identify and develop the Content Pedagogical Knowledge (PCK). To this end, it has designed educational programs from a “reflective orientation” perspective structured from a set of training activities whose tasks are focused on the practice of designing specific content learning environments, where the methodological instrument of the Representation of Content (CoRe) has played a critical role. The logical structure of it provides the possibility for teachers to become aware of the theoretical and methodological elements that underpin the PCK. On the other hand, with the emergence of digital technologies as an instrument for representing content and effective management of the classroom, the need to transform the construct of the Content Pedagogical Knowledge (PCK) to the Technological and Pedagogical Knowledge of the content is generated (TPCK). In this sense, it is pertinent to adapt the epistemological structure of the CoRe to the theoretical framework of the emerging construct of the TPCK, in order that this instrument continue to be used as a key heuristic in education programs where the practice of designing environments Learning is important for the professional development of teachers. Of course, the adaptation of the CoRe to the perspective of the TPCK is accompanied by a conceptualization of each of the twelve items that configure it, in order to illustrate the teachers during their development.

Keywords: PCK, TPCK, training programs.

Introducción

Desde la década de los ochenta, los investigadores en educación comenzaron a considerar que los profesores experimentados y ejemplares poseen un conocimiento profesional, resultado de la amalgama entre el contenido disciplinar y la pedagogía general, que les permite diseñar e implementar ambientes

de aprendizaje centrados en el estudiante (ABELL, BRYAN, 1997; BERTRAM, LOUGHRAN, 2012). Esta forma de conocimiento fue denominada por SHULMAN (1986, 1987), “Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC)”², que distingue a los profesores de los especialistas en la disciplina y la pedagogía general, y puede ser desarrollado con la práctica del diseño y la enseñanza de un tópico específico.

2. El constructo PCK o CPC (Pedagogical Content Knowledge) es una de las siete categorías de la base de conocimiento para la enseñanza (SHULMAN, 1987).

Posteriormente, MAGNUSSON, KRAJCIK y BORKO (1999) reconceptualizaron el constructo del CPC desde el marco teórico de SHULMAN (1986, 1987) y GROSSMAN (1990), adaptándolo y ajustándolo a los escenarios del campo de la educación en ciencias. Así pues, a partir de estos marcos consideraron a este constructo como un sistema iterativo que está constituido por cinco elementos claves, a saber: orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia, conocimiento del tema de la materia, conocimiento curricular, conocimiento de la ciencia del aprendiz, conocimiento de las estrategias del aprendizaje y conocimiento de la evaluación. Adicionalmente, MAGNUSSON et al. (1999) afirmaron que los anteriores elementos pueden ser desarrollados de forma progresiva siempre y cuando los programas de educación brinden al profesor la oportunidad de enfrentarse con experiencias de aula, primero virtuales y, posteriormente, reales, en las cuales ellos tengan la posibilidad de realizar procesos reflexión en la acción y reflexión después de la acción, lo que les permitiría estar explicitando continuamente el conocimiento en la acción (SCHÖN, 1998).

Por otro lado, aunque SHULMAN (1987) no representó de manera explícita las relaciones complejas entre las bases del conocimiento del contenido, pedagogía y tecnología, se cree que estas fueron consideradas muy importantes. Naturalmente, cuando por primera vez formuló su enfoque de enseñanza, los temas correspondientes con la integración de la tecnología al aula no hacían parte del plano principal de investigación del campo de la educación, como lo son actualmente (MISHRA, KOEHLER, 2006). De hecho, Shulman consideraba que en las aulas tradicionales se usan una variedad de tecnologías, que van desde los textos escolares, pasando por retroproyectors y llegando a los computadores. Sin embargo, estos artefactos tras su diseño no recibieron el rótulo de tecnologías, solo hace poco se les atribuyeron dichos atributos tecnológicos (BRUCE, HOGAN, 1998).

A raíz de este hecho, han comenzado a emerger al primer plano del discurso educativo las estrechas

relaciones establecidas entre el contenido, la pedagogía y la tecnología. Desde luego, como consecuencia de la existencia de un amplio rango de tecnologías y recursos digitales, los cuales pueden ser utilizados en el proceso de diseño y enseñanza con el fin de representar y formular un tema específico.

Por otra parte, los educadores de profesores vislumbraron que los esfuerzos por integrar la tecnología con las otras dos bases del conocimiento (contenido y pedagogía), comparten los mismos problemas que SHULMAN (1987) evidenció en los ochenta cuando intentó vincular el contenido con la pedagogía. Es decir, en muchos programas de educación la base del conocimiento de la tecnología es asumida de forma desarticulada a la pedagogía y el contenido (MISHRA, KOEHLER, 2006).

Así pues, desde esta perspectiva, las políticas educativas de la integración de las TIC se han focalizado en proveer a la mayoría de las escuelas de computadores y conectividad. Además, alfabetizar a los profesores en el manejo de tecnologías digitales estándar (por ejemplo, software, hardware, mail, chat, video conferencia, entre otras), con el fin de apoyar de forma eficiente a los estudiantes durante el aprendizaje de las diferentes disciplinas escolares. No obstante, dichas políticas y programas de educación han descuidado la formación de los profesores en cuanto a las formas de diseñar e implementar la enseñanza de temáticas específicas de la disciplina en cuestión, es decir, presentar, visualizar y analizar los contenidos curriculares (NIESS, 2005; KOEHLER, MISHRA, 2005).

En contraste con la integración de la tecnología al aula de manera desarticulada al contenido y la pedagogía, MISHRA y KOEHLER (2006) formularon un enfoque de diseño y enseñanza de un tópico en el cual se enfatizan las conexiones, interacciones, suministros y restricciones entre el contenido, la pedagogía y la tecnología. Naturalmente, la interacción sinérgica de dichas bases genera cuatro especies de conocimiento, a saber: conocimiento pedagógico del contenido, conocimiento tecnológico del contenido, conocimiento tecnológico pedagógico

y conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (figura 1).

Por otra parte, los investigadores afirman que los profesores en formación entran a los cursos de enseñanza de la química con un desconocimiento de la diversidad de tensiones a las que se enfrentarán en el momento de diseñar e implementar ambientes de aprendizaje de un tema específico. Además, consideran que muchos de estos futuros profesores poseen un nivel bajo en el conocimiento del contenido de la materia, la pedagogía general y la tecnología, bases que integradas configuran el CTPC. Desde luego, este hecho se convierte en un obstáculo para que ellos diseñen e implementen de manera eficiente una lección particular (LOUGHRAN, MULHALL, BERRY, 2008; CANDELA, 2016b).

En este sentido, los investigadores del área de educación en ciencias de una universidad pública de Cali (V) han acrecentado su interés por indagar acerca de las estrategias más apropiadas para que los profesores en formación puedan comenzar a desarrollar el CTPC en temáticas relacionada con el estudio de la química. Para ello, se han enfocado en el instrumento metodológico de la ReCo desde una perspectiva del CTPC como una heurística que

compromete a los profesores durante la reflexión sobre los elementos que configuran dicha base de conocimiento para la enseñanza de esta disciplina.

Reconceptualización del instrumento metodológico de la ReCo y su articulación con el CTPC

Tomando como referencia lo anterior, en la universidad se toma la decisión de rediseñar el curso de problemas de la enseñanza y el aprendizaje de la química a causa de los desarrollos teóricos y metodológicos actuales que sustentan la línea de investigación del CTPC de las ciencias (conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido). Este rediseño descansa en la posibilidad de brindar a los profesores en formación la oportunidad de identificar, explicitar y desarrollar el CTPC en el área de química mediante la práctica del diseño de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos. Con este fin, se adopta un enfoque de enseñanza por *orientación reflexiva*³ (ABELL, BRYAN, 1997; CANDELA, VIAFARA, 2014B; CANDELA, 2016a), que se basa en la creencia de que aprender a enseñar ciencias es semejante a aprender ciencias por sí mismo.

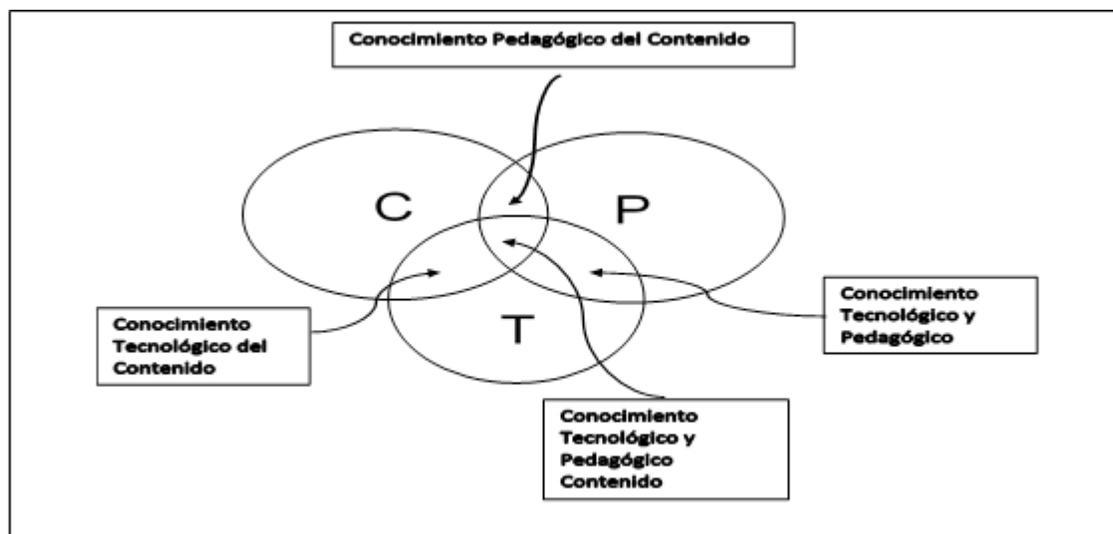


Figura 1. Representación de las bases de conocimiento que configuran el Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC).

Fuente: MISHRA y KOEHLER (2006).

En este sentido, se considera que el instrumento metodológico apropiado para el curso de problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química desde una perspectiva por *orientación reflexiva* es la ReCo⁴ (Content Representation), considerando que su estructura lógica encarna las decisiones curriculares e instruccionales que toma el profesor cuando diseña la enseñanza de un contenido específico, las cuales informan e iluminan la construcción de los ambientes de aprendizaje bajo consideración. Adicionalmente, otra virtud de este instrumento metodológico es que genera espacios de reflexión que permiten al profesor tomar conciencia de los elementos teóricos y metodológicos que estructuran la enseñanza de un contenido (LOUGHRAN, MULHALL, BERRY, 2004; MULHALL, BERRY, LOUGHRAN, 2003; CANDELA, VIAFARA, 2014a). Para ello, LOUGHRAN, GUNSTONE, BERRY, MILROY y MULHALL, (2000) diseñaron un conjunto de preguntas que direccionan la captura y representación de las decisiones que fundan el CPC (anexo 1).

De acuerdo con lo anterior, se puede afirmar que la ReCo es un instrumento que configura la discusión acerca de la comprensión que tienen los profesores de química de los aspectos del CPC de un tópico específico. Es decir, a través de su implementación se logra que el docente explicita los siguientes elementos: 1) un resumen de las “grandes ideas” para la enseñanza de un tópico; 2) concepciones alternativas de los estudiantes sobre la idea; 3) limitaciones y dificultades conectadas con la enseñanza de esta idea; 4) comprensión que tienen los estudiantes de esta idea; 5) aspectos que condicionan la enseñanza-aprendizaje de esta idea; 6) estrategias instruccionales de esta idea; y 7) conocimiento de la evaluación del tópico específico (LOUGHRAN *et al.* 2004; MULHALL *et al.* 2003; CANDELA, VIAFARA, 2014b).

Si bien en la génesis de la ReCo su papel fue el de ayudar a documentar y representar el CPC de un profesor ejemplar de ciencias acerca de un tópico específico, actualmente se usa como un instrumento metodológico dentro de los cursos de formación de profesores de química para asistirlos en la identificación, explicitación y evolución del CPC (BERTRAM, LOUGHRAN, 2012; HUME, BERRY, 2013; HUME, 2010; HUME, BERRY, 2010; CANDELA, 2016a). En efecto, el diseño de la ReCo posee el potencial de asentar el desarrollo del conocimiento del profesor en tres ámbitos: práctica profesional, aprendizaje del estudiante y contenido de la disciplina.

Se ha observado que el primer ámbito apoya al profesor en la reflexión productiva sobre su práctica educativa, hecho que le permite explicitar su conocimiento intuitivo y tácito acerca de la enseñanza y aprendizaje de la química. El segundo brinda la oportunidad al profesor para que reflexione sobre el conocimiento del aprendizaje y el aprendiz. Finalmente, el tercer ámbito le permite profundizar en las diferentes formas de representar y formular un contenido específico a unos estudiantes singulares (BERTRAM, LOUGHRAN, 2012).

Considerando lo anterior, junto con el creciente interés por integrar las tecnologías digitales al aula de química, se ha generado la necesidad de ayudar a los profesores en formación a identificar, explicitar y desarrollar ya no el CPC, sino el CTPC de dicha disciplina. Para ello, se continúa utilizando el diseño de la ReCo como un instrumento de pensamiento y desarrollo profesional de los estudiantes de magisterio dentro del marco del curso de problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química por “orientación reflexiva” (CANDELA, 2016b). Esta situación ha llevado a los educadores de profesores de química a considerar la adaptación

3. ABELL y BRYAN (1997) afirman que el enfoque de enseñanza por orientación reflexiva está configurado por cuatro ámbitos de reflexión, a saber: reflexionar acerca de la enseñanza llevada a cabo por otros a través de los videos de estudios de casos; sobre su propia enseñanza a través de sus prácticas educativas; sobre las opiniones de los expertos acerca de la enseñanza de las lecturas propuestas en los programas de formación; y sobre sí mismo como aprendiz de ciencias por medio de actividades científicas.
4. El acrónimo CoRe son las iniciales del nombre del instrumento en inglés el cual significa “representación del contenido”.

de la estructura inicial de la ReCo al marco teórico que sustenta este nuevo paradigma del CTPC, con el fin de documentar y representar las bases del conocimiento que subyacen a este nuevo enfoque⁵ (anexo 2).

El desarrollo de cada uno de los doce ítems del instrumento de la ReCo adaptado a los marcos del CTPC se encuentra estrechamente vinculado con los diferentes elementos que configuran este constructo. En este sentido, para conceptualizar el CTPC de las ciencias se toman como referencia los cinco elementos que estructuran el CPC desde la perspectiva de MAGNUSSON *et al.* (1999) y se los triangula con los componentes teóricos que constituyen el CTPC desde el enfoque de MISHRA y KOEHLER (2006). Así, se concluye que el CTPC de las ciencias resulta de la combinación sinérgica de los siguientes aspectos: orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia⁶; currículum de la ciencia; comprensión de los estudiantes de un concepto específico de la ciencia; conocimiento de las tecnologías de orden general (software y hardware) para gestionar el aula; conocimiento de los recursos digitales para formular o representar una idea; estrategias de enseñanza para la enseñanza de las ciencias; y formas de evaluar las ideas (anexo 2).

Es necesario recalcar que el desarrollo de cada uno de estos ítems de la ReCo del CTPC por parte de los profesores en formación se encuentra circunscripto al conjunto de actividades que pertenecen a uno de los cuatro ámbitos de reflexión que estructuran el curso de Aprendizaje y Enseñanza de la Química. Adicionalmente, el tratamiento de dichas actividades suministran al profesor en formación elementos teóricos-prácticos, los cuales puede utilizar a lo largo del desarrollo de la ReCo con el fin de diseñar un ambiente de aprendizaje

de un contenido específico, y, de esta manera, comenzar a identificar, explicitar y desarrollar el CTPC de un contenido particular (CANDELA, 2016b; CANDELA, 2016a). Así pues, esta situación brinda la posibilidad a los futuros profesores de articular de manera consciente elementos de la enseñanza, tales como: comprensión de las formas de representar un contenido por medio de recursos digitales; técnicas pedagógicas que usan la tecnología en formas constructivas para enseñar el contenido; conocimiento de las concepciones alternativas; fortalezas que suministran las diferentes formas de visualización digital para comprender y explicar los diferentes fenómenos químicos desde los tres niveles de representación (macroscópico, submicroscópico y simbólico) (MISHRA, KOEHLER, 2006).

Conceptualización de los ítems de la ReCo desde una perspectiva CTPC

La estructura lógica del instrumento metodológico de la ReCo se encuentra configurada por una matriz en cuyas columnas aparecen las ideas centrales que el profesor considera importantes para seleccionar y secuenciar el contenido en cuestión. Adicionalmente, en las filas se ubican cada una de las doce preguntas, cuyo fin es representar y justificar los elementos del CTPC bajo consideración (anexo 2). En efecto, el desarrollo de los doce ítems a lo largo de las actividades de formación pertenecientes a los cuatro ámbitos de reflexión que estructuran el curso Problemas de la Enseñanza y Aprendizaje de la Química, permite a los profesores: documentar las ideas centrales del contenido; los objetivos de enseñanza declarados; el conocimiento de las concepciones

5. La adaptación de la estructura lógica del instrumento de la ReCo al marco teórico que sustenta el paradigma del CTPC se llevó a cabo dentro del curso Problemas de la Enseñanza y Aprendizaje de la Química, el cual es ofrecido como una electiva profesional a los futuros profesores de química en V, con el fin de ayudarles a identificar, explicitar y desarrollar el CTPC de un contenido específico.
6. En este documento se conceptualiza la orientación de la enseñanza como una forma de categorizar los diferentes métodos para la enseñanza de la ciencia. Desde luego, a este constructo lo fundamenta el conocimiento y creencias que posee un profesor acerca de los propósitos y metas que tiene la enseñanza de una idea de las ciencias por medio de un método de enseñanza particular; por ejemplo, descubrimiento, cambio conceptual, investigación dirigida, rigor académico, entre otros (MAGNUSSON *et al.* 1999).

alternativas de los estudiantes y sus dificultades de aprendizaje; la secuenciación apropiada de los temas; la correcta utilización de las analogías y ejemplos; la utilización de los recursos digitales para representar y formular las grandes ideas; la implementación de la tecnología con el fin de gestionar y administrar la clase; las formas de abordar la complejidad de las ideas centrales; los experimentos, problemas y proyectos que el profesor emplea en el aula; y las formas ingeniosas de evaluar la comprensión.

Tomando en consideración los anteriores presupuestos, se hace necesario desarrollar de manera sucinta cada uno de los ítems que configuran la estructura lógica del instrumento de la ReCo, con el fin de brindar una representación clara a los potenciales usuarios de esta. Actualmente, este instrumento se usa como un recurso curricular para asistir a los profesores de ciencias en la identificación y desarrollo del CTPC de un concepto específico.

Grandes ideas/conceptos de la ciencia

Grandes ideas es una expresión que de manera frecuente se utiliza en las ciencias, esta describe una idea que ha tenido un impacto profundo en las formas en que los científicos comprenden y conceptualizan el mundo. Sin embargo, para los educadores e investigadores del campo de la educación en ciencias el término no presenta la misma acepción, pues consideran a este como las ideas de las ciencias que el profesor percibe como claves para que los estudiantes alcancen las metas de aprendizaje inicialmente propuestas por él (MULHALL, BERRY, LOUGHRAN, 2003). Sin embargo, una gran idea de la enseñanza de la ciencia puede también ser la misma gran idea de la ciencia (MULHALL *et al.* 2003). Adicionalmente, este ítem de la ReCo tiene como fin central que el

profesor explicita o identifique las diferentes ideas que configuran de manera coherente el concepto o contenido específico a ser enseñado. Estas ideas deben estar alineadas con las metas de aprendizaje que alcanzarían los estudiantes de manera progresiva.

¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea?

Este ítem hace referencia al aspecto del CTPC que le permite al docente determinar lo que los estudiantes son capaces de aprender acerca de un concepto específico. Desde luego, esta decisión curricular se encuentra mediada por el conocimiento que el profesor posee de la disciplina y la pedagogía específica de esta. Así pues, los profesores sin experiencia en la planeación y enseñanza de un contenido particular no tendrán los fundamentos para seleccionar y secuenciar los contenidos a ser aprendidos por comprensión conceptual⁷.

Estos presupuestos están alineados con el elemento del CTPC del currículum de las ciencias. De hecho, este ítem recoge el contenido que subyace a cada una de las grandes ideas en las que se ha secuenciado la enseñanza del concepto en consideración junto con las respectivas metas de aprendizaje. Adicionalmente, este ítem permite representar las diferentes relaciones establecidas entre la idea en consideración y los otros contenidos curriculares dentro y a lo largo de los cursos, es decir, se logra explicitar el currículum vertical y horizontal (NILSSON, LOUGHRAN, 2012).

Finalmente, este interrogante tiene como fin central que el profesor explicita o identifique las diferentes ideas que configuran de manera coherente el contenido específico a ser enseñado, con el propósito de alinearlas con las respectivas metas de aprendizaje.

7. En este artículo el aprendizaje por comprensión conceptual es considerado como la variedad de redes conceptuales que puede establecer el estudiante, apoyado por las ideas y principios de las ciencias que ha logrado internalizar durante la transacción de significados y formas de significar en el aula.

¿Por qué es importante que los alumnos sepan esta idea?

El contenido de este ítem brinda la posibilidad al profesor de pensar de manera deliberada por qué es importante que los estudiantes construyan un concepto determinado. De hecho, esta clase de conocimiento viene influenciado por el sistema de creencias y valores que posee el profesor, de ahí que él, a lo largo de la experiencia del diseño y enseñanza de conceptos específicos, realiza transformaciones al currículum establecido por el Estado convirtiéndolo en un currículum planeado (NILSSON, LOUGHRAN, 2012). Por tanto, los profesores exitosos apoyan la toma de decisiones acerca de qué enseñar, en el conocimiento que posee sobre el contenido de la ciencia que es relevante para la vida cotidiana del estudiante, y en cómo éste se relaciona con otras áreas del plan de estudios.

Se destaca que el contenido de este ítem se encuentra articulado con el elemento del CTPC *orientaciones hacia la enseñanza*, en vista de que el eje central son las metas o propósitos que subyacen a la enseñanza de un concepto específico. En efecto, en este ítem se vinculan el conocimiento y las creencias que un profesor posee en relación con los propósitos y metas que tiene la enseñanza de un contenido particular. De hecho, esta clase de conocimiento también se encuentra alineada con la perspectiva de enseñanza que el profesor considera para llevar a cabo la enseñanza en cuestión.

Qué más sabe respecto a esta idea (que no tiene la intención de que sus estudiantes conozcan)?

La toma de decisiones curriculares llevada a cabo por el profesor acerca de lo que va enseñar es considerada un proceso complejo. Este tiene que seleccionar el contenido pertinente para que sus estudiantes lo aprendan comprensivamente, además, debe decidir sobre aquellos contenidos que serán omitidos conscientemente (HOLLON, ROTH, ANDERSON, 1991). Quizá una de las causas de la omisión de ciertos contenidos del currículum es

que el profesor frecuentemente es consciente de la necesidad de evitar complicar el aprendizaje de las ciencias, mientras que al mismo tiempo reconoce que la simplificación de esta puede minimizar el reto académico en el trabajo y hacer que la ciencia que se está estudiando sea aburrida para los estudiantes. En este sentido, encontrar un equilibrio entre lo que el profesor sabe sobre los conceptos y lo que es útil en la enseñanza de ellos es un factor importante para la conformación en la naturaleza del CTPC, el cual refuerza el pensamiento conceptual sobre el contenido de un área en lugar de la acumulación de piezas cada vez más sofisticadas de información (NILSSON, LOUGHRAN, 2012).

Conviene subrayar que el contenido de este ítem presenta una relación estrecha con el elemento del CTPC del currículum de las ciencias. En efecto, en este el profesor hace uso de su conocimiento sobre el currículum vertical y horizontal, es decir, con qué otros conceptos se relaciona el concepto bajo consideración dentro y a lo largo de los diferentes cursos de la escuela. En efecto, esta clase de conocimiento en conjunción con su sistema de creencias y valores da al profesor el poder para tomar decisiones curriculares sobre algunas ideas que considere no deben ser abordadas dentro de la lección que se está diseñando.

¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?

El contenido de este ítem juega un papel fundamental en el diseño de toda secuencia de enseñanza, dado que este orienta la construcción de las actividades de aprendizaje que brindan la oportunidad a los estudiantes de comenzar a superar las dificultades y limitaciones que tienen en el aprendizaje de alguna noción o idea. El conocimiento de este aspecto del CTPC proviene tanto de la literatura en educación en ciencias como de la experiencia de planear y enseñar un concepto específico.

NILSSON y LOUGHRAN (2012) consideran que la gran mayoría de los profesores en formación son conscientes de las dificultades y limitaciones con

las que llegan los estudiantes al aula de ciencias. Sin embargo, ellos piensan que a los profesores se les dificulta utilizar este conocimiento durante la planeación y enseñanza de un concepto específico.

En este sentido, las propiedades del contenido de este ítem están alineadas con las características del elemento del CTPC de la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias. En efecto, el contenido que subyace a ambos aspectos viene configurado por la necesidad que tiene el profesor de identificar las dificultades y limitaciones con las que los estudiantes enfrentan el aprendizaje de un concepto con el fin de asistirlos durante la comprensión conceptual.

¿Cuál es su conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes que influye en la enseñanza de esta idea?

Esta parte de la ReCo hace explícita la serie de concepciones alternativas con las que llegan los estudiantes al aula de ciencias. En efecto, este conocimiento resulta fundamental durante la toma de decisiones de la enseñanza, ya que permite al profesor conocer de antemano las posibles intuiciones que tienen los estudiantes en el momento de enfrentarse a una situación problemática y, a partir de estas, diseñar actividades de aprendizaje que medien en el desarrollo progresivo de estas concepciones alternativas.

De hecho, este ítem, al igual que el anterior, presenta una relación estrecha con el aspecto del CTPC de la comprensión de los estudiantes de un concepto de las ciencias. Es decir, las concepciones alternativas en conjunción con las dificultades/limitaciones configuran el conocimiento con el que llegan los estudiantes al aula. También, la literatura ha venido mostrando que la capacidad de emplear las ideas que los estudiantes tienen sobre un tema junto con las concepciones alternativas y la manera en que estos muestran interés sobre el tema hacen parte de la información que un profesor principiante difícilmente puede identificar durante la enseñanza, porque, generalmente, carece de la experiencia

que está en el corazón de este aspecto del CTPC (NILSSON, LOUGHRAN, 2012).

¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?

En esta parte de la ReCo se representa tanto el conocimiento contextual sobre el estudiante como los principales elementos del conocimiento pedagógico general que influyen el método de enseñanza. Desde luego, el contenido de este ítem permite al profesor conocer los antecedentes académicos y culturales con los que llega el estudiante al aprendizaje de un concepto. Así, esta situación sirve para que él gradúe el nivel de dificultad y complejidad de la actividad de aprendizaje dentro de la zona de desarrollo proximal del estudiante singular. Adicionalmente, este conocimiento le servirá para implementar alguna de las técnicas, estrategias y modelos de enseñanza con el fin de asistir al estudiante durante el aprendizaje por comprensión conceptual.

Al igual que los dos ítems anteriores, este se encuentra alineado con las propiedades y dimensiones de los elementos del CTPC del conocimiento de la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias. Así pues, las limitaciones, concepciones alternativas, los antecedentes académicos y culturales de los estudiantes, junto con la pedagogía general, ayudan a estructurar una especie de conocimiento que fundamenta tanto la toma de decisiones curriculares como instruccionales.

¿Qué tecnologías digitales estándar emplea para planear y gestionar el aprendizaje de la idea?

En este ítem se recoge el conocimiento que posee el profesor en cuanto a las diferentes tecnologías digitales que apoyan tanto la representación como la enseñanza de un tópico específico. Así pues, esta clase de conocimiento apoya la toma de decisiones de diseño y enseñanza que le permiten al profesor estructurar el aprendizaje por comprensión conceptual e integrada.

Conviene subrayar que este ítem se encuentra estrechamente relacionado con el elemento del CTPC del conocimiento de las tecnologías de orden general (software y hardware) para gestionar el aula, dado que esta comprensión permite al profesor hacer uso de tecnologías digitales que la comunidad de especialistas en tecnología constantemente entrega a los usuarios. En este sentido, el profesor integra al aula programas como procesador de textos, Power Point, Movie Macker, exe. learnig, blog, video conferencia, pixont; además, hace uso de dispositivos tecnológico tales como computador, video beam, tablero digital, entre otros.

¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utiliza con el fin de representar y formular la idea?

Este interrogante tiene como fin central que los profesores identifiquen y expliciten las posibles formas de representar y formular un concepto específico. Para ello, pueden hacer uso tanto de recursos físicos como digitales. Por ejemplo, en la representación del contenido del cambio químico se utiliza el fenómeno de la combustión a través de un laboratorio físico o por medio de una animación. Desde luego, estas intenciones de diseño están mediadas por aspectos como: naturaleza del contenido, la meta de aprendizaje, la disponibilidad del recurso de software y hardware, entre otros.

Este ítem es coherente con el elemento del CTPC: conocimiento de los recursos digitales y no digitales para formular o representar una idea. Así pues, el desarrollo de este permite al profesor tomar conciencia de la diversidad de recursos y situaciones problemáticas de naturaleza digital y no digital que se encuentran alineados con el concepto en cuestión.

¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utiliza para representar la idea en consideración, y en qué criterios se apoya esta intención de diseño?

Este ítem le brinda la posibilidad al profesor de tomar conciencia de las diferentes fortalezas y debilidades

que posee un recurso digital con la intención de formular un concepto específico. En efecto, este conocimiento asiste al profesor a lo largo del diseño de una serie actividades de aprendizaje las cuales configuran la secuencia de enseñanza que, idealmente, ayudaría al estudiante a lograr una comprensión conceptual del contenido en consideración.

De la misma forma que el anterior, este ítem es coherente con el elemento del CTPC del conocimiento de los recursos digitales para formular o representar una idea. Ciertamente, toda intención de diseño está mediada por el conocimiento de las potencialidades y restricciones que entrega el recurso digital para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea y las razones particulares de su uso para enseñar esta idea?

El contenido de este ítem hace referencia a la serie de técnicas, estrategias y modelos de enseñanza utilizados en un nivel de tamaño fino. Es decir, la toma de decisiones en cuanto a estos aspectos está determinada por la naturaleza del concepto a enseñar y por las metas de aprendizaje. En este sentido, para diseñar e implementar la enseñanza de un concepto el profesor se puede apoyar en teorías del aprendizaje como: procesamiento de la información, constructivista cognitiva, constructivista sociocultural, entre otras, las cuales estarían colocadas con algunas de las técnicas, estrategias y modelos de enseñanza.

Ahora bien, el contenido de este ítem se encuentra alineado con el aspecto del CTPC de las estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias. De hecho, este contenido orienta al profesor para tomar las decisiones en cuanto a cómo estructurar la clase (ej., pequeños grupos de discusión, discusión con toda la clase, estructura no interactiva, y trabajo individual). Además, lo apoya para decidir sobre el modelo de enseñanza a utilizar (ej., ciclo de aprendizaje). Las anteriores decisiones son las que catalizan el desarrollo de las actividades de aprendizaje que han sido seleccionadas y secuenciadas.

¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las tecnologías digitales, empleas con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas?

Tomando como referencia el conocimiento de los anteriores ítems, el profesor diseña y desarrolla una serie de actividades de aprendizaje, las cuales están configuradas a partir de un conjunto de representaciones digitales y no digitales que vienen acompañadas por sus respectivas tareas problema. Desde luego, para llevar a cabo estas tareas de diseño se apoya tanto en teorías de orden general (ej., teorías del aprendizaje, teorías curriculares, teorías del diseño instruccional), como en los marcos teóricos de nivel intermedio que están más estrechamente relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de un concepto específico asistido por la tecnología⁸. Por tanto, el profesor selecciona los elementos pertinentes desde estas bases de conocimiento con el fin de construir un cuerpo de conocimiento de tamaño fino o teorías de dominios específicos, las cuales direccionan la construcción de un artefacto curricular o material de enseñanza.

¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?

La representación de este contenido es uno de los factores clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje, pues este posibilita al profesor poder monitorear el nivel de comprensión, confusión y compromiso de los estudiantes a lo largo del proceso. Así pues, en el momento en que detecte un incidente crítico, de inmediato él reflexiona *in situ* para tomar nuevas decisiones curriculares y metodológicas que le ayuden al estudiante a mejorar.

De ahí que este presupuesto sea considerado como un tipo de evaluación formativa cuyo interés

descansa en orientar al estudiante con el fin de que alcance de manera progresiva un pensamiento más sofisticado. A diferencia de la evaluación sumativa que es explícita, la evaluación formativa del profesor es implícita y está asociada al concepto que se estudia, razón por la cual es casi imperceptible por el estudiante.

Es importante indicar que el contenido de este ítem se articula con el elemento del CTPC que se refiere al conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias constituido, en primer lugar, por las dimensiones a evaluar en relación con los conceptos, procedimientos y actitudes de enseñanza, los cuales constituyen el cuerpo de conocimientos básicos del currículum de las ciencias. Por tanto, este ítem se refiere a los procesos de alfabetización científica de la ciencia, cuyo fin es lograr unos ciudadanos científicamente alfabetizados que puedan tomar decisiones a nivel local, nacional y universal. En segundo lugar, este ítem recoge el conocimiento del maestro en cuanto a los métodos para evaluar el aprendizaje desde un enfoque de evaluación formativa, donde la comprensión conceptual, la interdisciplinariedad en los temas, la naturaleza de la ciencia, la investigación científica y el razonamiento práctico juegan un papel crítico (MAGNUSSON *et al.* 1999).

Conclusiones

Conviene resaltar que el instrumento metodológico ReCo desde la perspectiva del CTPC en el contexto colombiano ha comenzado a jugar un papel clave como una heurística para asistir a los futuros profesores durante la identificación, explicitación y desarrollo del CTPC de un contenido de la química. De hecho, CANDELA (2016b) utilizó este instrumento metodológico dentro de un curso de problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química desde una perspectiva por “orientación reflexiva”.

7. Por ejemplo, lenguaje multinivel, literatura en educación en ciencias, estrategias y modelos de enseñanza específicos de las ciencias, literatura basada en el estudio de la integración de las TIC al aula de ciencias.

Así, CANDELA (2016b) ha evidenciado que el desarrollo de la ReCo, como una herramienta para el diseño de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos circunscripto a los cuatro ámbitos de reflexión del curso en cuestión, tiene implicaciones para que el profesor en formación pueda comenzar a establecer conexiones más amplias entre las bases del conocimiento del contenido, la pedagogía y la tecnología digital. En efecto, estas conexiones se traducen en la articulación consciente de elementos de la enseñanza, tales como: comprensión de las formas de representar un tópico por medio de la tecnología; técnicas pedagógicas que usan la tecnología en formas constructivas para enseñar el contenido; conocimiento de los conceptos difíciles o fáciles para aprender, además de las formas como la tecnología puede ayudar a los estudiantes a superar estas restricciones; conocimiento de las concepciones alternativas; conocimiento de cómo las tecnologías pueden ser usadas para construir sobre el conocimiento ya existente.

Finalmente, se considera que todavía se requiere de un mayor número de investigaciones empíricas focalizadas en la identificación, explicitación y desarrollo del CTPC de la química de profesores en formación y en ejercicio, dejando, así, como tarea central el diseño de la ReCo en el marco de los cursos de aprender a enseñar esta disciplina por "orientación reflexiva".

Referencias

- ABELL, K.; BRYAN, L. A. Reconceptualizing the Elementary Science Methods Course Using a Reflection Orientation. **Journal of Science Teacher Education**, v. 8, n. 3, pp. 153-166. 1997.
- BERTRAM A.; LOUGHRAN, J. Science Teachers' Views on CoRes and PaP-eRs as a Framework for articulating and developing pedagogical content knowledge. **Research in Science Education**, v. 42, pp. 1027-1047. 2012.
- BRUCE, B. C.; HOGAN, M. C. The Disappearance of Technology: Toward an Ecological Model of Literacy. In: D. Reinking; M. Mckenna; L. Labbo y R. Kieffer (Eds.). **Handbook of Literacy and Technology: Transformations in a Post-typographic World**. Erlbaum. Hillsdale: Estados Unidos, 1998. pp. 269-281.
- CANDELA, B. F.; VIAFARA, R. Articulando la CoRe y los PaP-eR al programa educativo por orientación reflexiva: una propuesta de formación para el profesorado de química. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 35, pp. 89-111. 2014a.
- CANDELA, B. F.; VIAFARA, R. **Aprendiendo a enseñar química: la CoRe y los PaP-eR como instrumento para identificar y desarrollar el CPC**. Universidad del Valle. Cali: Colombia, 2014b.
- CANDELA, B. F. El diseño de la ReCo: una estrategia para iniciar la identificación, explicitación y desarrollo del CPC de un tópico la química de profesores en formación inicial. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 40. pp. 65-87. 2016a.
- CANDELA, B. F. El diseño de la CoRe: una estrategia para iniciar la identificación, explicitación y desarrollo del CTPC de la química en profesores en formación. **Boletín Redipe**, v. 5, n. 9, 146-167. 2016b.
- GROSSMAN, P. L. **The Making of a Teacher: Teacher Knowledge and Teacher Education**. Teachers College Press. Nueva York: Estados Unidos, 1990.
- HOLLON, R. E.; ROTH, K. J.; ANDERSON, C. W. Science Teachers' Conceptions of Teaching and Learning. **Advances in Research on Teaching**, n. 2, pp. 145-186. 1991.
- HUME A.; BERRY A. Enhancing the Practicum Experience for Pre-service Chemistry Teachers Through Collaborative CoRe Design with Mentor Teachers. **Research in Science Education**, n. 43, pp. 2107-2136. 2013.
- KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. What Happens when Teachers Design Educational Technology? The Development of Technological Pedagogical Content Knowledge. **Journal of Educational Computing Research**, v. 32, n. 2, pp.131-152. 2005.
- LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. **Journal of Research in**

- Science Teaching**, v. 41, n. 4, pp. 370-391. 2004.
- LOUGHRAN, J. *et al.* Science Cases in Action: Developing an Understanding of Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. ANNUAL MEETING OF THE NATIONAL ASSOCIATION FOR RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, 73rd, New Orleans, L. A., Estados Unidos, 2000.
- LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. Exploring Pedagogical Content Knowledge in Science Teacher Education. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 10, pp. 1301-1320. 2008.
- MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J.; BORKO, H. Nature, Sources and Development of Pedagogical Content Knowledge. In: J. Cess-Newsome; N. G. Lederman (Eds.). **Examining Pedagogical Content Knowledge**. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht: Alemania, 1999. pp. 95-132.
- MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Integrating Technology in Teacher Knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, pp. 1017-1054. 2006.
- MULHALL, P.; BERRY, A.; LOUGHRAN, J. Frameworks for Representing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 4, n. 2, pp. 1-25. 2003.
- NEISS, M. L. Preparing Teachers to Teach Science and Mathematics with Technology: Developing a Technology Pedagogical Content Knowledge. **Teaching and Teacher Education**, v. 21, n. 5, pp. 509-523. 2005.
- NILSSON, P; LOUGHRAN, J. Developing and Assessing Professional Knowledge as a Science Teacher Educator: Learning about Teaching from Student Teachers. In: **Self-Studies of Science Teacher Education Practices**. Springer. Holanda: Países Bajos. 2012. pp. 121-138.
- SHULMAN, L. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, pp. 4-14. 1986.
- SHULMAN, L. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, pp. 1-22. 1987.



Anexos

Anexo 1. Instrumento de la ReCo

Estructura lógica del instrumento de la ReCo. Base para la entrevista

¿Cuáles son las ideas científicas que se encuentran en el centro del tema _____? Es decir, seleccione entre tres a cinco ideas en las que acostumbre a dividir la enseñanza del concepto _____. Se trata de que en ese conjunto de ideas estén reflejadas las más importantes del tema a enseñar, o de sus precedentes.

Para cada una de estas ideas responda las siguientes preguntas:

Preguntas pedagógicas	Ideas/conceptos importantes en ciencias para un tema específico		
	Idea n.º 1	Idea n.º 2	Idea n.º 3
1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea?			
2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea?			
3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluye en sus explicaciones a sus estudiantes)?			
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?			
5. ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los estudiantes influyen en su enseñanza de esta idea?			
6. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?			
7. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea).			
8. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los estudiantes emplea alrededor de esta idea?			

Anexo 2. Estructura lógica del instrumento de la ReCo adaptada al constructo del CTPC.

¿Cuáles son las ideas científicas que se encuentran en el centro del tema de la _____? Es decir, seleccione entre tres a cinco ideas en las que acostumbre a dividir la enseñanza del concepto _____. Se trata de que en ese conjunto de ideas estén reflejadas las más importantes del tema a enseñar, o de sus precedentes.

Para cada una de estas ideas responda las siguientes preguntas:

Preguntas pedagógicas	Ideas/conceptos importantes en ciencias para un tema específico		
	Idea n.º 1	Idea n.º 2	Idea n.º 3
1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea?			
2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea?			
3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (que no tiene la intención de que sus estudiantes conozcan)?			
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?			
5. ¿Cuál es su conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes que influye en la enseñanza de esta idea?			
6. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?			
7. ¿Qué tecnologías digitales estándar emplea para planear y gestionar el aprendizaje de la idea?			
8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utiliza con el fin de representar y formular la idea?			
9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utiliza para representar la idea en consideración, y en qué criterios se apoya esta intención de diseño?			
10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea y las razones particulares de su uso para enseñar esta idea.			
11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las tecnologías digitales, empleas con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas?			
12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?			



O ENSINO DA BIODIVERSIDADE: TENDÊNCIAS E DESAFIOS NAS EXPERIÊNCIAS PEDAGÓGICAS

The teaching of biodiversity: trends and challenges in pedagogical experiences

Yonier Alexander Orozco Marín¹

Cómo citar este artículo: Orozco, Y. A. (2017). o ensino da biodiversidade: tendências e desafios nas experiências pedagógicas. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 173-185. doi: 10.14483/23464712.11599.

Recibido: 9 de febrero 2017 / Aceptado: 16 de junio de 2017

Resumo

Atualmente é reconhecido que a educação tem um papel fundamental na formação dos cidadãos cientes da biodiversidade e das problemáticas em sua conservação. A biodiversidade como um conceito integrador e polissêmico levanta desafios para sua abordagem em sala de aula por parte dos professores e nas pesquisas. O presente trabalho objetivou caracterizar e refletir sobre as tendências e desafios do ensino da biodiversidade no contexto brasileiro, identificando as abordagens dadas ao conceito, o enfoque metodológico, os recursos didáticos e as dificuldades apontadas em pesquisas e relatos de experiências pedagógicas no qual o ensino do conceito foi abordado explicitamente com o público escolar. Foram analisadas vinte pesquisas sobre experiências desenvolvidas em diferentes níveis educativos. Encontrou-se que o âmbito de explicação biológico-ecológico é privilegiado sobre elementos socio-culturais do conceito. As metodologias ativas relacionadas com a abordagem de problemas da biodiversidade local, a construção de projetos e a investigação escolar são os enfoques pedagógicos que orientam estas práticas. Os principais recursos utilizados correspondem aos recursos naturais e do contexto, tanto contemporâneos, quanto dinamizadores. O ensino do conceito ainda levanta desafios sobre seu lugar no currículo, o livro didático e a formação do professor para abordá-lo.

Palavras chaves: material didático, medios de enseñanza, método de enseñanza.

1. Discente Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemáticas, Universidade Federal do Acre (Rio Branco, AC-Brasil). Integrante grupo de investigación Biología, Enseñanza y Realidades de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: apmusicomano@gmail.com

Abstract

Nowadays, it is recognized that education plays a fundamental role in training citizens aware of biodiversity and its conservation issues. Biodiversity, as an integrating and polysemic concept, raises challenges for its approach in the classroom by teachers and researchers. This paper aimed to characterize and reflect on the trends and challenges of biodiversity teaching in the Brazilian context, identifying approaches given to the concept, methodological approach, didactic resources and difficulties pointed out both in research and reports of pedagogical experiences where teaching this concept was explicitly addressed to school's audience. Twenty research papers about experiences developed at different educational levels were analyzed. It was found that the scope of biological-ecological explanation is privileged on sociocultural elements of the concept. Active methodologies related to the approach of problems of local biodiversity, project construction and school research are the pedagogical approaches that guide these practices. The main resources used correspond to the natural resources and the context, contemporary and dynamic. Teaching the concept still raises challenges about its place in the curriculum, the textbook, and teacher's training processes. This paper aimed to characterize and reflect on the trends and challenges of biodiversity teaching in the Brazilian context, identifying approaches given to the concept, methodological approach, didactic resources and difficulties pointed out both in research and reports of pedagogical experiences where teaching this concept was explicitly addressed to school's audience. Twenty research papers about experiences developed at different educational levels were analyzed. It was found that the scope of biological-ecological explanation is privileged on sociocultural elements of the concept. Active methodologies related to the approach of problems of local biodiversity, project construction and school research are the pedagogical approaches that guide these practices. The main resources used correspond to the natural resources and the context, contemporary and dynamic. Teaching the concept still raises challenges about its place in the curriculum, the textbook, and teacher's training processes.

Keywords: didactic resource, teaching aid, teaching method.

Introdução

A conservação da biodiversidade é sem dúvida um dos principais desafios ambientais da sociedade atual. Esta preocupação parece estar fundamentada não unicamente em nossa responsabilidade ética de garantir a existência das diversas formas de vida presentes na terra. Hoje, mais que nunca, a humanidade está sendo consciente que

preservar e conservar a biodiversidade é garantir sua própria existência, e que essa diversidade é a base da vida.

Um estudo recente desenvolvido pela Universidade de Londres, o Museu de História Natural de Londres e o Centro Mundial de vigilância da conservação, indica que "a biodiversidade no planeta tem caído em 58% da superfície terrestre ficando abaixo dos limites sugeridos como seguros, perdas

que podem afetar negativamente o funcionamento dos ecossistemas e a sustentabilidade das sociedades humanas” (AGENCIA EFE, 2016). O estudo ainda aponta que nas zonas afetadas, a capacidade da biodiversidade para manter as funções-chaves dos ecossistemas, como o crescimento dos organismos vivos e os ciclos de nutrientes, parece cada vez mais reduzida.

A problemática colocada da perda e conservação da biodiversidade demonstra ainda ser uma preocupação menor ou pouco frequente nas comunidades humanas, principalmente nas regiões urbanas onde o contato com a biodiversidade natural é mais reduzido. Nota-se que a sociedade está mais preocupada pelas crises econômicas, que com as crises ecológicas. Portanto, analisar as práticas educativas desenvolvidas sobre este aspecto é sugerido como um elemento importante para entender as possibilidades e desafios para a conservação da biodiversidade nas práticas humanas, principalmente no Brasil, que é considerado o país com a maior biodiversidade do mundo.

A Proposta Curricular Nacional do Ministério de Educação para a área de biologia no ensino médio reconhece que o ensino da diversidade da vida não deve compreender unicamente a abordagem de conteúdos biológicos-ecológicos. As problemáticas atuais ligadas à biodiversidade brasileira sugerem também a formação em competências e habilidades, e na compreensão da dimensão cultural do conceito.

O presente trabalho objetivou caracterizar e refletir sobre as tendências e desafios do ensino da biodiversidade no contexto brasileiro, identificando as abordagens dadas ao conceito, o enfoque metodológico, os recursos didáticos, e as dificuldades apontadas em pesquisas e relatos de experiências pedagógicas no qual o ensino do conceito foi abordado explicitamente com o público escolar.

Biodiversidade: um conceito integrador

A biodiversidade é um conceito integrador e polisêmico que não pertence unicamente à biologia e à ecologia. O conceito torna-se ainda mais complexo

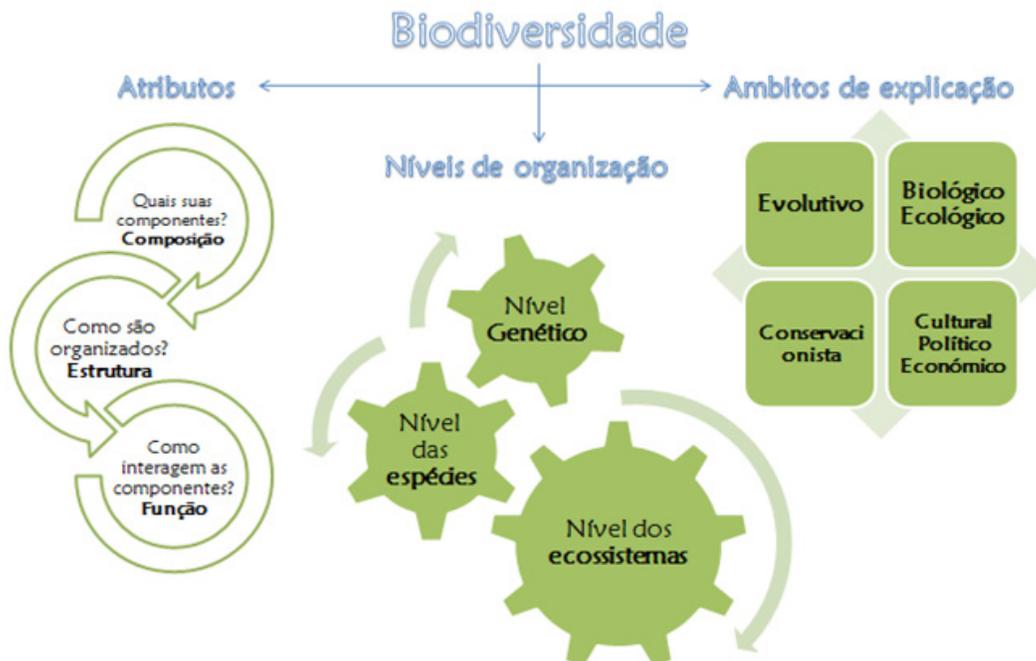


Figura 1. Representação conceitual da biodiversidade: Níveis de organização, atributos e âmbitos de explicação.

Fonte: OROZCO, 2016.

quando se contextualiza em problemas concretos de um território onde convergem atores de setores produtivos, econômicos, políticos e a comunidade em geral. Promover aprendizagens conceituais sobre a biodiversidade parece insuficiente se esses conteúdos abordados não se encontram contextualizados com problemas reais e concretos da biodiversidade presentes na comunidade na qual as estratégias educativas serão aplicadas (OROZCO, 2014).

Atualmente, o conceito biodiversidade é amplamente utilizado por cientistas, políticos, economistas, professores, ambientalistas, entre outros, para atender a diversos interesses e objetivos. Uma compreensão integral da biodiversidade reconhece que ela pode ser explicada de diferentes perspectivas. O conceito foi referenciado pela primeira vez por Edward Wilson, em 1986 no primeiro fórum sobre a biodiversidade organizada pelo National Research Council of America. O autor abordou o conceito em um âmbito biológico-ecológico e posteriormente em perspectivas conservacionistas, culturais, políticas e econômicas.

Embora ainda não exista um consenso geral sobre o significado do conceito de biodiversidade, a figura 1 mostra uma representação conceitual integral dos principais constructos já desenvolvidos: âmbitos de explicação do conceito, os níveis hierárquicos em que a biodiversidade é organizada (genético, espécies e ecossistemas) e os atributos que podem ser estudados em cada um desses níveis (composição, estrutura e função).

MARTINEZ (2002 pp. 407) define a biodiversidade como “o resultado da ação conjunta dos processos ecológicos e evolutivos, alguns desses processos dizem respeito à seleção natural, o fluxo de genes e a especiação”. Já em termos de MACLAURIN E STERELNY (2008) estes processos têm realmente dado origem a organismos (populações ou espécies) como resultado de uma conspiração entre a história, meio ambiente e oportunidade.

Pensando na conservação da biodiversidade, entendê-la como produto da evolução é importante, já que é através de processos evolutivos e ecológicos que se diversificam as espécies e em alguns

casos aparecem os endemismos como espécies de características particulares, distribuições limitadas e dependentes de características próprias de seus ecossistemas. Espécies endêmicas são geralmente consideradas como espécies prioritárias para a conservação.

Embora muitas espécies sejam similares na sua aparência e nas suas funções (produtores primários, herbívoros, decompositores...) nenhuma é semelhante a outra em sua estrutura genética, por isso “é necessário não só preservar todas as espécies em alusão aos princípios básicos da ética conservacionista, também porque na prática representam futuras opções para manter processos evolutivos e a existência da humanidade” (CABELLO, 2000 pp. 11). Quando se pensa na conservação da diversidade genética STEARNS E HOEKSTRA (2000) consideram que se deve trabalhar para a manutenção de alguns processos básicos, tais como o comportamento reprodutivo dos indivíduos em suas populações e os processos de seleção sexual.

Realizar estudos sobre a biodiversidade a partir do inventário de espécies representa um dos elementos mais utilizados, porque a medição é mais fácil de executar em diferentes escalas geográficas (GASTON, 1996). Embora este seja o nível mais estudado da biodiversidade, MORREL (1999) afirma que o mundo ainda está para ser explorado, são muitas as espécies em diferentes grupos taxonômicos que ainda não foram estudadas, e evidentemente, nem todos os grupos são conhecidos igualmente, favorece-se o estudo das espécies que representam um interesse econômico ou clínico, além do fato de que a diversidade não é distribuída uniformemente sobre o planeta, existem áreas com maior número de espécies que outras.

Um dos objetivos da Organização das Nações Unidas para a conservação da biodiversidade corresponde a promover a conservação de ecossistemas, habitats e biomas, uma meta que eles mesmos reconhecem que ainda não foi atingida. Assim como no nível das espécies, não há consenso claro sobre o que se constitui como um ecossistema, algumas

pesquisas realizadas também focadas em paisagens e biomas, apresentam diferentes significados.

Muitos dos esforços para compreender e caracterizar melhor a biodiversidade com a finalidade de projetar e executar melhores estratégias para sua conservação são frustrados, geralmente porque estão focados em um único nível hierárquico ou porque estes são estudados parcialmente. Quanto a este problema, alguns autores têm proposto os atributos da biodiversidade como três grandes questões que podem ser levantadas em cada um dos níveis e levam, inevitavelmente, para estabelecer relações entre eles: Que elementos o compõem? Como estão organizados esses elementos? E como interagem esses elementos? (NOSS, 1990; PRIMACK, ROZZI, 2001).

Porém, existem outras perspectivas para abordar a biodiversidade além de seus aspectos biológicos, ecológicos e evolutivos. BOSSIO (2008) aponta que a utilização dos recursos da biodiversidade está intimamente ligada ao homem como: alimentos, medicamentos, vestuário, produtos agrícolas, novos materiais, comércio, cultura e espiritualidade. Numa perspectiva econômica, o mercado global de recursos genéticos e seus derivados têm gerado para as 10 maiores empresas receitas anuais de até U\$300 bilhões para o caso da indústria farmacêutica. Essa abordagem levanta a problemática da acelerada perda da biodiversidade a nível global por conta da manutenção de ritmos acelerados de produção e consumo dos sistemas capitalistas.

Já desde uma perspectiva política, a conservação da biodiversidade vem ganhando espaço nas agendas e discussões de espaços políticos locais, regionais, nacionais e internacionais. Contudo, a inclusão da conservação da biodiversidade como prioridade de diferentes planos de governo está muito longe de acontecer em muitos países, sendo assim um tema que gera lutas de poder e encontro de opiniões de diversos grupos sociais (ambientalistas, empresários, comunidades rurais, indígenas, entes legislativos, ONGs, entre outros). Os governos costumam mostrar maior preocupação com as

crises econômicas que com as crises ecológicas, situação que acaba sendo transladada aos cenários educativos também.

A biodiversidade cultural refere-se às relações estabelecidas entre diversos grupos humanos e as formas de vida com que interagem através de práticas culturais. LEITÃO (2010) aponta que diversidade biológica e diversidade cultural possuem uma interdependência evidente, expressada nas intervenções humanas na natureza. Portanto, para proteger o patrimônio natural é necessário conservar o patrimônio cultural. Especialmente o patrimônio cultural imaterial que compreende os conhecimentos nos modos de vida de comunidades indígenas, afro-americanas, pescadores artesanais e camponeses.

Nesse sentido, biodiversidade se trata de um conceito propício para o ensino de Biologia e temas controversos da educação ambiental, por sua amplitude conceitual e por abordar as tensões sociais envolvidas na discussão do uso sustentável dos recursos naturais (GUIMARAES, *et al.* 2015). A amplitude conceitual da biodiversidade sugere desafios e questionamentos para os professores quando pretendem abordar este conteúdo com os alunos. Que conteúdos privilegiar? Qual metodologia seguir ou construir? Que recursos utilizar? Entre outras. Diversas pesquisas no contexto brasileiro têm se preocupado por construir propostas e materiais para o ensino do conceito e aplicá-las com diversos grupos escolares desde o ensino fundamental até a educação superior, nas quais é possível identificar tendências e dificuldades na abordagem do conceito.

Procedimentos Metodológicos

Foram procuradas teses, dissertações e artigos completos que abordaram o ensino do conceito biodiversidade de maneira explícita em diferentes níveis de ensino, nas seguintes fontes: Banco de teses e dissertações da CAPES, anais dos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências da ABRAPEC, os Encontros de Pesquisa em Educação Ambiental e no Google acadêmico. Os seguintes

critérios foram considerados para a seleção das pesquisas e das experiências didáticas: a) Abordagem explícita do conceito biodiversidade e não de conceitos afins como ecossistema, educação ambiental, taxonomia, botânica... b) O trabalho inclui proposta de atividades para o ensino da biodiversidade em algum nível educativo.

No total foram selecionados 20 trabalhos realizados entre os anos de 2001 a 2015, sendo doze artigos completos, sete dissertações e uma tese de doutorado. As experiências relatadas nos trabalhos foram desenvolvidas com turmas de diferentes níveis educativos, sendo nove no ensino fundamental, cinco no ensino médio, quatro no ensino superior e duas em cursos pré-vestibulares. O levantamento das tendências e desafios apontados nos trabalhos e sua análise foram realizados sob uma postura qualitativa de pesquisa, segundo SOUZA (2004) os dados usados na pesquisa qualitativa consistem geralmente em descrições de situações, interações e comportamentos observados; citações literais do que as pessoas falam sobre suas experiências e vivências. Entende-se que quando uma experiência pedagógica é sistematizada e relatada, as atitudes, crenças e pensamentos do pesquisador são ferramentas para analisar as interações e comportamentos observados.

Realizou-se leitura completa dos trabalhos identificando trechos que servissem de análise das seguintes categorias: a) Abordagem do conceito biodiversidade, b) Metodologia empregada, c) Recursos utilizados, e d) Dificuldades apontadas com base na experiência pedagógica. Posteriormente, se reuniram os trechos de cada categoria para identificar tendências, pontos de divergência e de encontro entre as propostas das experiências, e com as construções teóricas sobre o ensino do conceito.

Resultados e Discussões

Na tabela 1, resumem-se os resultados das análises feitas para cada trabalho, e ao interior de cada categoria. Os trabalhos foram ordenados segundo seu ano de publicação.

Abordagem do conceito biodiversidade

Identificou-se que na abordagem do conceito biodiversidade nas experiências é privilegiado o âmbito de explicação biológico-ecológico e conservacionista, embora propostas que abordam a biodiversidade desde o âmbito cultural também sejam consideradas, mas em menor proporção. Mesmo no âmbito de explicação biológico-ecológico encontra-se a tendência de fazer ênfases no nível de organização das espécies e dos ecossistemas desde o atributo de composição.

Compreender a biodiversidade desde seu nível genético e seus atributos de estrutura e função é um aspecto importante para entender, por exemplo, os efeitos da produção de transgênicos para a biodiversidade num país como Brasil. Os processos de sucessão ecológica devem ser contemplados para restaurar os ecossistemas e a diversidade estrutural que os apresentam e que devem ser preservadas para manter os processos ecológicos e evolutivos. Sobre este aspecto, considera-se que a organização com que são trabalhados os conteúdos na aula, não tem que coincidir com a disciplinar, pois nos processos de ensino e aprendizagem coexistem diferentes perspectivas como a psicológica, social e metadisciplinar que também devem ser consideradas se querem ser promovidas aprendizagens significativas. Mas, o fato de alguns aspectos da biodiversidade não serem considerados, indica um desafio importante para o ensino do conceito.

As experiências que abordaram a biodiversidade desde o âmbito de explicação cultural permitiram dar conta da relação que tem nossas práticas cotidianas com a conservação da biodiversidade, e da íntima relação entre diversidade cultural e diversidade biológica. A biodiversidade e suas relações com as propriedades ecossistêmicas têm valores culturais, intelectuais, estéticos e espirituais que são importantes para a sociedade. Identificou-se como tendência recente incluir o aspecto cultural no ensino do conceito, mas sugere-se como desafio que as próximas experiências desenvolvidas e pesquisas considerem uma problematização explícita desse aspecto e que seja abordado com os alunos.

Tabela 1. Metodologias, recursos, desafios e abordagens usados na pesquisa sobre ensino e aprendizagem da biodiversidade.

Número do trabalho	Abordagem do conceito biodiversidade	Enfoque metodológico	Recursos didáticos utilizados	Desafios apontados
1	Integrador.	Expositivo com diversidade de estratégias.	Técnicos-tradicionais Laboratório Dinamizadores Naturais e do contexto Contemporâneo.	Alunos Currículo
2	Biológico-ecológico (Nível das espécies e ecossistemas). Conservacionista.	Expositivo com diversidade de estratégias.	Técnicos-tradicionais Dinamizadores Naturais e do contexto Contemporâneo.	Alunos Recursos Currículo
3	Biológico-ecológico (Nível das espécies). Conservacionista.	Investigação escolar.	Técnicos-tradicionais Naturais e do contexto.	Alunos
4	Biológico-ecológico (Nível das espécies). Conservacionista. Político.	Aprendizagem baseada em problemas.	Dinamizadores Naturais e do contexto Contemporâneo.	Estratégias Contexto
5	Biológico-ecológico (Nível das espécies e ecossistemas).	Aprendizagem baseada em problemas.	Naturais e do contexto contemporâneo.	Alunos Currículo
6	Biológico-ecológico (Nível das espécies). Evolutivo.	Aprendizagem baseada em problemas.	Laboratório contemporâneo dinamizador.	Currículo
7	Biológico-ecológico (Nível das espécies).	Investigação escolar.	Laboratório Natural e do contexto.	Conteúdos Estratégias
8	Biológico-ecológico (Nível das espécies e ecossistemas).	Tradicional e expositivo.	Técnicos tradicionais.	Conteúdos Alunos
9	Biológico-ecológico (Nível dos ecossistemas). Conservacionista.	Aprendizagem orientada por projetos.	Naturais e do contexto Contemporâneos.	Estratégias
10	Biológico-ecológico (Nível das espécies e dos ecossistemas). Conservacionista.	Aprendizagem baseada em problemas.	Naturais e do contexto contemporâneos.	Alunos Recursos
11	Biológico-ecológico (Nível das espécies e dos ecossistemas). Económico conservacionista.	Não mencionado no trabalho.	Não mencionado no trabalho.	Alunos
12	Biológico-ecológico (Nível das espécies e dos ecossistemas). Conservacionista	Aprendizagem baseada em problemas.	Contemporâneos Dinamizadores.	Não apontados
13	Integrador.	Aprendizagem baseada em problemas.	Contemporâneos Dinamizadores.	Recursos Formação do professor
14	Biológico-ecológico (nível das espécies).	Investigação escolar.	Contemporâneos Naturais e do contexto.	Contexto Alunos
15	Biológico-ecológico (nível das espécies e dos ecossistemas). Cultural.	Aprendizagem orientada por projetos.	Naturais e do contexto Dinamizadores.	Estratégias Recursos
16	Cultural Biológico-ecológico (nível dos ecossistemas).	Aprendizagem baseada em problemas.	Técnicos tradicionais Dinamizadores.	Alunos
17	Biológico-ecológico (nível das espécies e dos ecossistemas).	Aprendizagem orientada por projetos.	Naturais e do contexto Laboratório.	Recursos
18	Cultural Biológico-ecológico (nível dos ecossistemas).	Aprendizagem baseada em problemas.	Dinamizadores Contemporâneos.	Alunos
19	Biológico-ecológico (nível das espécies e dos ecossistemas). Conservacionista.	Aprendizagem orientada por projetos.	Naturais e do contexto Contemporâneos.	Alunos Recursos Estratégias
20	Biológico-ecológico (nível das espécies).	Expositivo com diversas atividades.	Dinamizadores Naturais e do contexto Contemporâneos.	Recursos Conteúdos

Fonte. Dados da pesquisa.

Tabela 2. Enfoques metodológicos no ensino da biodiversidade.

Enfoque Metodológico	Elemento foco do processo de aprendizagem	Descrição breve
Aprendizagem baseada em problemas	Focaliza-se na construção, entendimento e solução de um problema por parte dos alunos, geralmente associado a uma situação real e próxima deles.	Suas três principais características são: O ensino centrado no estudante; a aprendizagem de conteúdos e habilidades de forma contextualizada, a partir de problemas concretos que o estudante poderá enfrentar em sua vida pessoal; e, por último, a ênfase sobre o desenvolvimento de atitudes referentes ao trabalho colaborativo e à compreensão da ação participativa na sociedade (DAHLE, <i>et al.</i> 2009).
Aprendizagem orientada por projetos	Focaliza-se no planejamento, conceitualização e construção de um produto final, com o qual os alunos podem dar conta das suas compreensões sobre uma situação ou conceito.	Na aprendizagem orientada por projetos o objetivo é elaborar um produto e planejar um processo que funcione e sirva para resolver alguma situação, aplicando conhecimentos, experiências e recursos. Não se trata unicamente de uma atividade técnica, a reflexão e argumentação envolvida na elaboração da proposta é muito importante (LACUEVA, 1999)
Investigação escolar	Focaliza-se no desenvolvimento de habilidades procedimentais e de indagação. O foco está no processo de “fazer ciência” que vivenciam os alunos, mas do que nos resultados ou produtos.	Não consiste na adaptação dos processos científicos para o contexto da escola. Consiste sim na percepção de que na escola pode ser desenvolvida uma ciência com características próprias (conhecimento escolar). No processo de fazer ciência escolar, as ideias dos alunos sempre devem estar envolvidas, deve ser favorecido o encontro com informações de diversas fontes e equilibrar os momentos de ação e reflexão (GARCÍA, J. GARCIA, F. 1997; AUTOR, 2016)
Expositivo com diversidade de atividades	O foco encontra-se nos conteúdos a serem compreendidos pelos alunos, os quais são apresentados pelo professor com diversas atividades para modificar seus conhecimentos prévios.	Além de considerar a lógica da disciplina considera também a lógica dos alunos. A aprendizagem das ciências consiste em transformar o significado lógico em significado psicológico, ou seja, conseguir que os alunos assumam como próprios os conceitos científicos, os quais constituem o currículo de ciências (POZO, 1997).
Tradicional	O foco encontra-se nos conteúdos conceituais. O foco está no ensino e não na aprendizagem.	A abordagem pedagógica tradicional prioriza a memorização de excessiva quantidade de conteúdos para provas e testes, usualmente não capacita o aluno para desenvolver pensamento crítico e às habilidades necessárias na resolução de problemas da sociedade, os quais, geralmente, são bastante complexos (BUENO, FITZGERALD, 2004).

Enfoques metodológicos para o Ensino da Biodiversidade

Segundo POZO (1997), mais importante do que identificar as atividades de ensino que os professores constroem, é identificar os enfoques metodológicos nos quais baseiam-se suas propostas. Um enfoque de aprendizagem caracteriza-se por uma sequência de atividades baseadas em critérios como: concepção de como aprendem os alunos, objetivos de aprendizagem, critérios de seleção de conteúdos, o papel do aluno, o papel do professor, as atividades propostas e a forma de avaliação.

Embora em muitos dos trabalhos o enfoque metodológico que orientou o processo de ensino e aprendizagem não é especificado, é possível identificar

como tendência a superação de uma mera proposição de atividades isoladas e sim a organização de sequências didáticas nas quais as atividades propostas são sequenciadas e articuladas pelo estudo de um problema da biodiversidade local, a construção de um projeto ou o segmento de um processo investigativo com os alunos.

Na tabela 2 são apresentados os enfoques metodológicos empregados nas experiências didáticas do ensino da biodiversidade. Identificou-se que as propostas de ensino e aprendizagem do conceito consideram que os alunos não aprendem pela mera transmissão de conteúdos por parte do professor, aprendem sim na interação com diferentes conhecimentos da sua realidade local e regional que provem de diferentes fontes e podem ser aplicados

ao entendimento de um problema e sua solução. Desde esta perspectiva, o aluno assume um papel protagonista no reconhecimento do seu território, da sua biodiversidade local, e na construção de propostas para sua conservação.

Sobre os objetivos de aprendizagem que orientam as atividades, identificam-se que além de objetivos de aprendizagem conceitual sobre biodiversidade, as novas propostas compreendem que para promover a formação do cidadão ciente da sua biodiversidade e das problemáticas e estratégias para sua conservação, também é necessário promover aprendizagem de habilidades e atitudes. PORLAN E RIVERO (1998) apontam a importância de ampliar a perspectiva de ênfases nos conteúdos como o último do processo de ensino e de aprendizagem, e entender a educação como uma possibilidade de transformação social. Nas experiências analisadas, são considerados objetivos de aprendizagem como promover a sadia convivência dentro de nossa espécie, a capacidade de argumentação e uso das aprendizagens para a construção de propostas de conservação da biodiversidade, a valorização de saberes locais e das ideias dos colegas, o uso de procedimentos científicos para realizar mapeamentos ambientais, entre outros.

Sobre as atividades específicas que os professores privilegiam, a tendência é de realizar atividades de campo em espaços de educação não formais não institucionalizados (Pátio da escola, o bairro, reservas próximas à escola, espaços verdes), e institucionalizados (Jardins botânicos, zoológicos, museus) nos quais os alunos são orientados a diferentes tarefas como: identificar espécies, levantamento de informação com a comunidade local, registros fotográficos, plantação de árvores. Já dentro da aula, é tendência promover os debates para a discussão de problemáticas reais e concretas da biodiversidade local, identificando diversos olhares sobre o problema, visita ao laboratório para recriar ecossistemas como aquários ou formigueiros, a elaboração de relatórios sobre processos de pesquisa, a discussão sobre textos de divulgação científica, entre outras.

Nas formas de avaliação é possível identificar que

as experiências privilegiam a comparação entre os conhecimentos prévios dos alunos e as reflexões e aprendizagens desenvolvidas após o processo de ensino, usando questionários, depoimentos, relatórios, domínio de conceitos em seminários e apresentação de projetos. Contudo, é importante mencionar que as experiências orientadas por enfoques expositivos e tradicionais ainda são presentes nas experiências e na realidade de muitas escolas, privilegiando as aprendizagens conceituais descontextualizadas das problemáticas da biodiversidade local e regional, fato que sugere um desafio importante para o ensino deste conceito.

Recursos didáticos utilizados no Ensino da Biodiversidade

Segundo SOUZA (2007), recurso didático é todo material utilizado para o acompanhamento e direcionamento do processo de ensino e aprendizagem de um conteúdo. São múltiplos os recursos alternativos que podem auxiliar o ensino das ciências, mas em muitas aulas e contextos, ainda são utilizados, principalmente, os recursos técnicos tradicionais (livro didático, quadro e giz). Quando o professor tem objetivos definidos e considera que os recursos técnicos tradicionais são necessários, o uso destes podem auxiliar os alunos no processo de aprendizagem, mas o fato de não vincular outros recursos alternativos pode fazer com que aula perca dinamismo, e os alunos fiquem afastados da oportunidade de interagir com outros recursos que lhes facilitem a aprendizagem.

GIANOTTO E ARAÚJO (2012) propõem uma organização dos recursos didáticos utilizados nas aulas: Técnicos tradicionais, naturais e contemporâneos; mencionando que os contemporâneos são os mais utilizados nas aulas, tornando o processo educativo mais atraente e dinâmico. A biodiversidade, como um conceito abrangente e integrador de diferentes áreas do conhecimento, oferece oportunidades para a utilização de diferentes recursos para o seu ensino. Os recursos são ferramentas importantes para promover aprendizagens, reflexões

e novas experiências, mas por si só, não garantem aulas construtivistas, mas sim as relações entre professor, alunos e conhecimento. Na classificação dos recursos utilizados nas experiências revisadas, encontrou-se a existência de uma ampla variedade de materiais e ferramentas que auxiliaram o processo educativo sobre biodiversidade, que foram classificados em: recursos naturais e do contexto, recursos contemporâneos, recursos dinamizadores, recursos do laboratório e recursos técnicos tradicionais.

Recursos naturais e do contexto: Os recursos naturais didáticos se referem aos materiais biológicos que possibilitam uma interação entre a teoria e a prática (XAVIER, 2007), já que permitem o contato com o material real na interação desde diferentes sentidos. Os recursos do contexto foram incluídos nesta categoria, já que se evidenciou que além de materiais biológicos e seres vivos, os professores utilizam outros recursos não biológicos que encontram nos contextos da escola quando visitam espaços de educação não formal. Esses recursos estão intimamente relacionados a essas formas de vidas, que propõem aos alunos estudar (rochas, terra, água, construções antrópicas, entre outras).

Recursos contemporâneos referem-se aos recursos e ferramentas desenvolvidas através da tecnologia das comunicações e da informação, portanto, nesta categoria podem ser considerados recursos audiovisuais e aparelhos tecnológicos utilizados em aula, e também podem ser considerados aqueles recursos que facilitam o acesso dos alunos ao contato com o mundo da informação e das pesquisas científicas (Jornais, revistas científicas, aplicativos, entre outros). É defendido que este tipo de recurso favorece o desenvolvimento de habilidades intelectuais e de cooperação, quando os estudantes procuram e aprendem informações sobre um assunto específico. Diante da dificuldade de algumas escolas para realizar atividades fora da sala de aula, algumas experiências privilegiaram a criação e o uso de jogos educativos virtuais que tratavam da solução de problemas da biodiversidade de um bioma brasileiro, o contato direto com pesquisas recentemente desenvolvidos sobre a biodiversidade da região da

escola, e o uso de filmes e vídeos musicais no qual a biodiversidade local é representada.

Recursos dinamizadores: Neste trabalho foram entendidos como recursos dinamizadores aqueles materiais e produtos construídos para estimular a interação dinâmica entre os sujeitos de aprendizagem, a troca de ideias, o debate e a construção coletiva de conhecimentos e produtos. O jogo didático é um dos melhores exemplos de recurso dinamizador, e o uso adequado, não só estimula o desenvolvimento de habilidades cognitivas e afetivas, mas também a socialização, a motivação e a criatividade (MIRANDA, 2001). Como recurso dinamizador também podem ser considerados os materiais empregados pelo professor e os alunos para construir produtos em projetos coletivos, como maquetes, representações e modelos. São utilizados pelos professores recursos como jogos de mesa adaptados para trabalhar problemas da biodiversidade e sua solução coletivamente pelos alunos, também é estimulada a criatividade dos mesmos ao permitir que utilizem recursos que considerem necessários para realizar seus projetos.

Recursos do laboratório: Os recursos utilizados por professor e alunos com o fim de experimentar, recriar fenômenos da natureza e tecnológicos, testar hipóteses e discutir conteúdos na prática são considerados recursos do laboratório. Isso não implica que o uso desses materiais tenha que ser restrito ao laboratório tradicional; deve-se entender o laboratório desde uma perspectiva mais abrangente, já que processos de experimentação podem acontecer em diferentes espaços da escola e fora dela. O uso de recursos do laboratório parece uma ferramenta fundamental no ensino da biologia, sendo uma ferramenta usualmente destacada por professores, gestores e pesquisadores (KRASILCHIK, 2008). Nas experiências analisadas o laboratório não aparece como uma atividade isolada ou que tenha como único fim evidenciar a teoria na prática, pelo contrário, o laboratório aparece como oportunidade para que os alunos construam conhecimentos a partir da prática, representem ecossistemas e construam materiais para serem utilizados em campo.

Recursos técnicos tradicionais: Nesta categoria é importante esclarecer que o uso de recursos técnicos tradicionais não tem relação direta com a metodologia da aula tradicional. Como já foi mencionado, não são os recursos que determinam a metodologia da aula, mas sim os usos desses recursos através das relações entre professor, aluno e conhecimento. Portanto, em uma sequência didática bem planejada e com objetivos preestabelecidos, o livro didático, quadro e giz podem se constituir em elementos auxiliares importantes. Contudo, esses tipos de recursos aparecem referenciados nas experiências de ensino de biodiversidade, geralmente com um sentido crítico e não como receita, ou seja, são usados depois de uma reflexão dos professores, em que procuram dar um uso mais adequado, por exemplo, o livro didático aparece como uma fonte esporádica para a revisão de conteúdo dos alunos e não como elemento orientador das atividades.

Desafios apontados para o ensino e a aprendizagem do ensino da biodiversidade

Considerando que as experiências analisadas foram aplicadas em contextos educativos reais, é consequente que os desafios apontados estejam relacionados às dificuldades dos alunos em compreender o conteúdo, as estratégias e o currículo de ciências, embora seja possível apontar outras dificuldades sinalizadas por outros autores relacionadas com a formação do professor. FONSECA (2012) menciona que os professores de biologia em formação privilegiam o conceito de biodiversidade desde o nível de espécies, considerando que para ensinar o conceito só é necessário conhecer muito sobre biodiversidade, desconhecendo a importância do conhecimento pedagógico, curricular e do contexto.

Por outra parte, geralmente se identifica que os alunos têm interesse em conservar a biodiversidade, mas apresentam dificuldades em argumentar e construir propostas de como preservá-la ou restaurá-la. Outro desafio consiste no pouco contato que os estudantes têm com a diversidade local, apresentando assim, falta de experiência e contato

direto com a natureza, oportunidade que às vezes só é oferecida na escola. É necessário desenvolver mais pesquisas sobre como abordar o ensino de conceitos com que os estudantes que apresentam dificuldades e que são importantes para entender o conceito biodiversidade, como espécie, relações ecológicas, riqueza e abundância relativa, assim como habilidades para a identificação de critérios de classificação e a organização da biodiversidade.

Sobre os recursos e as metodologias, muitas experiências apontaram as limitações do livro didático como principal ferramenta de aprendizagem. FONSECA (2007) identificou que a forma que os conteúdos são apresentados em muitos livros didáticos, pouco contribui para uma compreensão integral da biodiversidade no nível global e local, como também para fomentar uma visão crítica sobre sua conservação. Biodiversidade como um conceito integrador, também sugere que o currículo permita flexibilidade e diálogo entre os diferentes conceitos da biologia, e dessa com outras áreas do conhecimento. Foi precisamente o currículo uma das principais limitantes que os professores encontraram para desenvolver experiências de aprendizagens significativas, desde metodologias ativas como a abordagem de problemas, a construção de projetos ou a investigação escolar.

Considerações finais

O ensino da biodiversidade é um assunto relevante para a educação, especificamente no ensino de ciências. A biodiversidade entendida não só como um conceito integrador da biologia, mas também como uma propriedade da vida da qual depende nossa existência como espécie e nossa qualidade de vida, sugere que todo cidadão deve ser ciente dessa biodiversidade e desenvolver conhecimentos sobre sua biodiversidade local, habilidades e atitudes para sua conservação.

A abordagem do conceito em contextos educativos mostra que existem tendências sobre sua abordagem. A biodiversidade é principalmente abordada em âmbitos de explicações biológicas e

ecológicos, o que sugere a necessidade de pesquisas e de desenvolver experiências que permitam explorar possibilidades da abordagem sociocultural do conceito. A perspectiva cultural da biodiversidade refere-se às múltiplas relações da sociedade com a diversidade da vida, as interações, as relações de interdependência e as responsabilidades éticas da espécie humana.

Os recursos didáticos são matérias e instrumentos que o professor pode utilizar como ferramenta para auxiliar o processo de ensino e de aprendizagem. Portanto, os recursos por si sós não garantem o desenvolvimento de aprendizagens, mas podem potencializar esse processo quando as relações que o professor promove na sua aula, entre os alunos com o conhecimento, são significativas. Destaca-se, então, que as metodologias exploradas nas experiências didáticas inovadoras potencializam relações mais participativas e ativas dos alunos na construção do conhecimento, além de permitir a aprendizagem dos conteúdos contextualizados em problemáticas ou situações da biodiversidade local ou regional.

Na metodologia de aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem orientada por projetos ou na pesquisa escolar, identifica-se que os recursos desempenham papel fundamental, principalmente os recursos naturais in vivo que correspondem aos seres vivos e ecossistemas do território, assim como o contexto no qual esses recursos estão inseridos e os diferentes recursos que auxiliam aos alunos a coletar e registrar informações em aulas de campo.

Contudo, o ensino da biodiversidade é uma área de ação e pesquisa que ainda levanta muitos desafios que demandam uma melhor formação do professor para entender o conceito de maneira integral e não fragmentada, e que lhe permite problematizar situações da biodiversidade local para transformá-las em assuntos pedagógicos a inserir no currículo e nos seus planejamentos. Diversos desafios levantados sobre a forma em que os alunos entendem a biodiversidade sugerem que novas propostas podem ter ênfase em planejar atividades que gerem no aluno reflexão sobre suas próprias ideias e as complementem com conhecimentos e argumentos científicos e

culturais. Finalmente, é importante mencionar que as experiências analisadas apresentam caminhos a serem explorados no ensino da biodiversidade no contexto brasileiro, abrindo assim as portas para aprofundamento em pesquisa sobre este assunto.

Referencias

- AGENCIA EFE. Alarma mundial por dramática caída de la biodiversidad. **El Espectador**, Bogotá, 14 julio, 2016. Disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/alarma-mundial-dramatica-perdida-de-biodiversidad-articulo-643358>
- BOSSIO, M. **Biodiversidad y conocimientos tradicionales en la Provincia de Jujuy desde la perspectiva de la declaración universal de bioética y derechos humanos**. Universidad Nacional de Jujuy, Argentina, 2008. Disponible en: <http://www.unesco.org.uy/shs/fileadmin/templates/shs/archivos/TrabajosLibres-Bioetica/5.%20Biodiversidad%20y%20Conocimientos%20Provincia%20de%20Jujuy.pdf>
- BUENO, P.; FITZGERALD, V. Aprendizaje basado en problemas. **Theoria**, v. 13, pp. 145-157. 2004.
- CABELLO, J. Biodiversidad, docencia e investigación. **Cuadernos de biodiversidad**, v. 8, n. 5, pp. 8- 11. 2000.
- DAHLE, L.; FORSBERG, P.; HÅRD, H.; WYON, Y.; HAMMAR, M. ABP e medicina – desenvolvimento de alicerces teóricos sólidos e de uma postura profissional de base científica. In: ARAÚJO, U.; SASTRE, G. (Orgs.) **Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior**. Summus. São Paulo: Brasil, 2009. pp.123-140.
- FONSECA, G. El conocimiento didáctico del contenido del concepto de biodiversidad de profesores en formación de biología. In: Memorias X JORNADAS NACIONALES V CONGRESO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA. Córdoba, Argentina. Memorias, ADBIA, 2012.
- FONSECA, M. A biodiversidade e o desenvolvimento sustentável nas escolas do ensino médio de

- Belém (PA), Brasil. **Educação e Pesquisa**, v. 33, n. 1, p. 63-79. 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-97022007000100005>
- GARCÍA, J.; GARCÍA, F. **Aprender investigando: Una propuesta basada en la investigación**. Diada. Sevilla: España, 1997.
- GASTON, K. **Biodiversity: Biology of Numbers and Difference**. Blackwell Science. Oxford: EE.UU., 1996.
- GIANOTTO, E.; ARAUJO, M. Recursos didáticos alternativos e sua utilização no ensino de Ciências. In: GIANOTTO, D. (Org.) **Formação docente e instrumentalização para o ensino de ciências. Formação de professores em Ciências Biológicas – EAD**. Eduem. Maringá: Brasil, 2012. pp. 89-102.
- GUIMARAES, R.; SEITHI, D.; SILVA, D.; MONTOYA, D. O papel da mediação do professor em aulas de ciências: a abordagem temática na geração da controvérsia sobre o aspecto cultural do conceito de biodiversidade. X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – X ENPEC, Águas de Lindóia. Anais, ABRAPEC, 2015.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 6 ed. EDUSP. São Paulo: Brasil, 2008.
- LACUEVA, A. Proyectos de investigación en la escuela: científicos, tecnológicos y ciudadanos. **Revista de educación**, v. 3, n. 323, pp. 265-288. 1999.
- LEITÃO, C. Biodiversidade cultural e imaginário do desenvolvimento: políticas públicas para a valorização e proteção integradas do patrimônio cultural e natural brasileiros. **Políticas Culturais em Revista**, v.1, n. 3, pp. 5-22. 2010.
- MACLAURIN, J.; STERELNY, K. **What is Biodiversity?** The University of Chicago Press. Chicago: EE.UU., 2008.
- MARTÍNEZ, J. La evolución y la conservación de la biodiversidad. In: SOLER, M. (Editor) **Evolución la base de la biología**. P royecto Sur. España, 2002. pp. 407-416,
- MIRANDA, S. No Fascínio do jogo, a alegria de aprender. **Ciência Hoje**, v. 28, n. 14, pp. 64-66. 2001.
- MORREL, V. La variedad de la vida. **Revista Nacional Geographic en castellano**, v. 4, n. 2, pp. 12-28. 1999.
- NOSS, R. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Model. **Conservation Biology**, v. 4, n. 4, pp. 355-364. 1990.
- OROZCO, Y. Relação escola - território no ensino do conceito biodiversidade. O que os alunos de um contexto rural colombiano sabem sobre a biodiversidade que os rodeia? In: Anais X SIMPOSIO LINGUAGENS E IDENTIDADES DA/ NA AMAZONIA SUL-OCIDENTAL, Rio Branco (AC, Brasil), 2016.
- OROZCO, Y. Restaurando el Cerro Majuy, Cota, Cundinamarca: entre biodiversidad y escenarios vivos de aprendizaje. **Conservación colombiana**, n.21, pp. 52-57. 2014.
- POZO, J. **Enfoques para la Enseñanza de la Ciencia. Teorías cognitivas del aprendizaje**. Morata. Madrid: España, 1997. pp. 265-308.
- PRIMACK, R.; ROZZI, R. **Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas**. Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México: México, 2001. pp. 77-97.
- SOUZA, H. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e pesquisa**, v. 30, n. 2, pp. 289-300. 2004.
- SOUZA, E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: I ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO. Maringá, Brasil. Anais. 2007.
- STEARNS, S.; HOEKSTRA, R. **Evolution: An Introduction**. Oxford University Press. Oxford: EE.UU., 2000.
- XAVIER, K. O uso de materiais biológicos como elementos facilitadores do processo de ensino e aprendizagem em atividades teórico-práticas. In: IX ENCONTRO DE EXTENSÃO, X ENCONTRO DE INICIAÇÃO A DOCÊNCIA, UFPB, Brasil. 2007.





APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS E FORMAÇÃO DE PROFESSORES: UMA POSSIBILIDADE DE ARTICULAÇÃO ENTRE AS DIMENSÕES ESTRATÉGICA, HUMANA E SÓCIO-POLÍTICA DA DIDÁTICA

Learning based on projects and teachers education: an articulation possibility between
strategy, human and socio politics dimensions of didactic

Bruno Vicente Lippe Pasquarelli¹
Thais Benetti de Oliveira²

Cómo citar este artículo: Pasquarelli, B. V. L., Oliveira, T. B. (2017). Aprendizagem baseada em projetos e formação de professores: uma possibilidade de articulação entre as dimensões estratégica, humana e sócio-política da didática. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 186-203. doi: 10.14483/23464712.10903.

Recibido: 26 de septiembre 2016 / Aceptado: 8 de abril de 2017

Resumo

Com a ênfase na formação de professores por meio da interação entre aspectos conceituais, procedimentais e axiológicos, o presente artigo visou estabelecer a importância da construção de um conceito multidimensional de didática, cujas dimensões técnicas, humanas e sócio-políticas possibilitem a construção de um sujeito participante e ativo na sociedade, com vistas a promover a prática cidadã a partir de processos de ensino e de aprendizagem. Para tanto, delimitou-se a importância do processo de aprendizagem por meio complexidade de questões conceituais, procedimentais e axiológicas, o que necessariamente torna a didática pautada a partir de um processo multidimensional, consolidando o paradigma da construção do cidadão e do conceito de cidadania por meio de uma dimensão prática, com exercício da civilidade e contrapondo responsabilidade à indiferença.

Palavras chaves: aprendizagem, cidadania, didática, formação de professores, projetos.

1. Doutor em Ciência Política (Universidade Federal de São Carlos), e Visiting Scholar na University of Oxford (Reino Unido). Mestre em Ciência Política (Universidade Federal de São Carlos). Professor da Universidade do Sagrado Coração (USC), Bauru (SP), Brasil. Correio eletrônico: brunopasqua@gmail.com
2. Doutora e pós-doutora em Ensino de Ciências (Universidade Estadual Paulista), Mestra em Ensino de Ciências (Universidade Estadual Paulista). Professora da Universidade do Sagrado Coração (USC), Bauru (SP), Brasil. Correio eletrônico: thaisbbbp@hotmail.com

Abstract

With emphasis on teacher education through interaction between conceptual, procedural and axiological aspects, this study aimed to evaluate the importance of building a multidimensional concept of didactics, whose technical, human and sociopolitical dimensions allow the construction of a subject participant and active in society, in order to promote citizen practice from teaching and learning processes. Therefore, it delineated the importance of learning process through complexity of conceptual, procedural and axiological questions, which necessarily turns the didactic as a guide based on multidimensional process, consolidating the construction of paradigm about citizen and the concept of citizenship through a practical dimension to the exercise of civility and responsibility in opposition to indifference.

Keywords: learning, citizenship, teaching, teacher training, project.

Introdução

É preciso substituir a visão tradicional do conhecimento como algo estável e seguro por algo dotado de complexidade que tem de se adaptar constantemente a diferentes contextos e cuja natureza é incerta (CACHAPUZ, PRAIA, JORGE, 2004 pp. 364).

Os resultados de pesquisas sobre a Formação Inicial de professores e pesquisadores vêm apontando, nestas últimas três décadas, para a necessidade de mudanças significativas em relação as mais variadas caracterizações associadas à prática docente e seus desmembramentos. Parte-se dessa ideia para iniciarmos uma reflexão sobre como podemos contribuir para que essas mudanças atinjam, efetivamente, as salas de aula de diferentes cursos. As discussões sobre as bases teóricas e epistemológicas em que o Ensino, os processos de ensino e aprendizagem, as estratégias didático- metodológicas e a prática docente estão ancoradas são fulcrais para que possamos planejar ações docentes que estejam próximas a uma concepção formativa que atenda às demandas da sociedade. No entanto, uma melhor compreensão da parte dos docentes sobre as formas

de apropriação e transposição do conhecimento científico não é um debate unicamente teórico, mas também eminentemente prático.

O grande desafio é mobilizarmos questões práticas que sejam consonantes às demandas teóricas e possam ser inseridas- em termos metodológicos e pedagógicos- nas salas de aula.

A ideia apresentada neste trabalho objetiva, portanto, uma sistematização a partir da qual, a Didática seja entendida de acordo com uma abordagem equitativa de suas dimensões (humana, técnica e sócio-política) e que para tanto, essas dimensões estejam incluídas nas salas de aula, na atividade docente e na interação entre professor e aluno.

Uma vez que a técnica é entendida como eixo da Didática e, muitas vezes, os professores utilizam as estratégias e recursos como conteúdos únicos a serem trabalhos nessa área e/ou disciplina, pensamos em uma estratégia, por meio da qual seja possível inserir as demais dimensões (humana e sócio-política) no processo de aprendizagem. Essa articulação dar-se-á graças a um trabalho interdisciplinar fomentado por contribuições de duas áreas: a Educação e a Sociologia. Essas duas áreas fornecerão esteios teóricos e pedagógicos para que possamos

construir uma estratégia- aprendizagem baseada em projetos- como uma possibilidade de atender um ensino voltado a formação para cidadania e a inserção e participação permanente do estudante em diferentes contextos.

Para atingir o objetivo proposto, o artigo será dividido em quatro partes. Na primeira parte, serão problematizados os objetivos dos processos de ensino e aprendizagem a partir da complexidade de aspectos conceituais, procedimentais e axiológicos, visando formar sujeitos com participação ativa e transformando-os em futuros cidadãos preocupados com o entorno social em que vivem. Na segunda parte, procurou-se destacar a multidimensionalidade da didática, reiterando não somente a sua função de fornecer técnicas adequadas para um bom professor, mas considerá-la a partir de um processo multidimensional que articule as dimensões humana, técnica e político-social, contribuindo, para tanto, com a inserção de tais esferas na educação e fornecendo meios pelos quais as práticas pedagógicas possam ser pensadas de maneira reflexiva, evidenciando sua função de formação para a cidadania. Por sua vez, na terceira parte, evidenciou-se a necessidade de intervenção social por meio do ensino baseado em projetos e que contemplem as dimensões humana e política dos processos de aprendizagem, considerando como fundamental a discussão do conceito de cidadania, articulando as suas dimensões ligadas aos direitos civis, sociais e políticos com o exercício virtuoso e humano, sendo função primordial da universidade a promoção de uma forma social de sensibilidade em alunos e professores. Por fim, serão tecidas as considerações finais.

A Educação Científica e a formação para cidadania: Um olhar contemporâneo para epistemologia e para prática dos processos de ensino e aprendizagem

As exigências da educação neste século apontam para a criação e propostas de metodologias e desafios pedagógicos por meio dos quais seja possível a aquisição de uma aprendizagem cujo objetivo

propicie que os alunos pensem/reflitam e ainda sejam capazes de elaborar soluções para questões e problemas contemporâneos. A escola e a educação científica, portanto, também participam efetivamente desse processo de mudanças, já que a exequibilidade das propostas inovadoras apresenta-se não só como um desafio, mas como um caminho de interação com novas formas de saberes e novos meios disponíveis para a busca de aprendizagem significativa (OLIVEIRA, VENTURA, 2005).

Está constantemente em pauta nas discussões educacionais o perfil do sujeito que as escolas precisam formar numa sociedade globalizada e mutável como a nossa. Tornou-se exigência a formação do sujeito crítico e consciente de seu papel nas mudanças sociais que ocorrem a cada segundo (OLIVEIRA, VENTURA, 2005).

O desafio que se coloca para a educação é a necessidade de se alfabetizar cientificamente os sujeitos, preparando-os para tomar decisões e intervir responsavelmente na sociedade em que vivem (PRAIA *et al.* 2007).

Esses autores argumentam sobre a importância desse tipo de formação não só na Educação Básica, mas, também, na universidade, uma vez que formamos professores e pesquisadores que continuarão a perpetuar esse ensino tecnicista respaldado pela memorização excessiva de termos e por condições docimológicas estritamente reducionistas. No entanto, essa formação integral e voltada, também, para formação cidadão gera resistências já que a ideia é preparar os alunos para que possam ser grandes cientistas e/ou tecnólogos.

O acesso à cultura científica não se configura apenas como um direito do estudante, mas como um imperativo aos sistemas de ensino. Trata-se de uma condição fundamental à formação dos cidadãos que hoje vivem em contextos sociais plurais, em constante processo de mudança, impulsionados pela ciência e tecnologia.

Espera-se que o ensino contribua, desde os primeiros anos de escolarização, *para que o aluno adquira conhecimentos científicos e desenvolva capacidades de análise, interpretação, reflexão,*

comunicação e tomada de decisão, essenciais para o exercício de práticas responsáveis no meio social (grifo nosso) (LORENZETTI, 2000).

No entanto, embora as assertivas teóricas sobre a necessidade de uma formação mais complexa e que possibilite a intervenção do indivíduo na sociedade sejam resolutas na literatura da área de Ensino e Educação, identificamos que há falta de iniciativas didático-pedagógicas cujo objetivo seja a materialização dessas questões em sala de aula. É preciso mais do que uma leitura parcimoniosa e uma defesa teórica dessas questões, mas uma inserção efetiva das dimensões humana e social nas especificações da Didática e, em decorrência disso, nas salas de aula, como recurso fundamental dos cursos de formação de professores e/ou pesquisadores. O que estamos a defender é uma articulação entre a teoria e a prática que possa, de fato, levar a uma mudança notável na epistemologia da formação do professor.

Presume-se que essas mudanças ocorram, primeiramente, na Formação Inicial, uma vez que muitos cursos formam professores que atuarão nos mais diversos níveis de ensino ou ainda forma profissionais que terão de enfrentar situações plurais no mercado de trabalho.

Pensando nessas questões, observamos que cabe a nós, professores, incentivarmos o espírito investigativo e a curiosidade em nossos alunos. Estimulá-los a levantar novas hipóteses e construir conceitos sobre as diversas questões que estão presentes não apenas nos livros didáticos, mas na vida.

Há certo consenso entre pesquisadores e educadores sobre a necessidade de se alfabetizar cientificamente os sujeitos e, nesse processo, a escola possui um papel muito importante no sentido de *instrumentalizar os estudantes com os conhecimentos científicos* (KRASILCHIK, MARANDINO, 2007) (grifo nosso).

É preciso superar o ensino superficial e descontextualizado e colocar em prática uma ação pedagógica que mobilize e propicie a construção de conhecimentos, mediante a participação ativa do aluno.

Torna-se necessário qualificar cidadãos que sejam capazes não só de memorizar conteúdos, mas de entender os princípios básicos subjacentes a como as coisas funcionam; de pensar abstratamente sobre os fenômenos estabelecendo relações entre eles; de saber dimensionar se as novas relações estabelecidas respondem aos problemas inicialmente colocados (DAL PIAN, 1992).

Notabiliza-se, a partir dessas breves considerações sobre o tema, que nós, professores, temos um árduo caminho de reflexão sobre questões didáticas e metodológicas, caso o nosso intuito seja contribuir para esse tipo de formação.

Não se trata de entender que os alunos devam aprender um conjunto fixo de habilidades ou associá-las definitivamente à aprendizagem de determinados conteúdos científicos, mas de um exercício conjunto em que sejam possíveis a identificação e relação entre os fenômenos com a discussão dos mesmos (CALDEIRA, MANECHINE, 2007). Assim, a aquisição de algumas habilidades em uma disciplina específica pode facilitar a aprendizagem em outras as disciplinas, uma vez que o aluno passa a elaborar uma forma de pensar ou constrói estratégias de pensamento que podem ser fundamentais diante de diferentes situações, como exemplo a interpretação de um gráfico- se o mesmo sabe “ler” um gráfico matemático, poderá transpor essa habilidade para “ler” um gráfico da geografia, ou ainda da química. “Com este “fazer”, um processo de “pensar”, paulatinamente, começa a ser desenvolvido, proporcionando novas habilidades sem que atitudes, balizadas no autoritarismo sejam impostas (CALDEIRA, MANECHINE, 2007 pp. 236). Portanto, o processo de ensino e aprendizagem deve ter o intento de buscar significados e interpretações, ao invés de reduzir a aprendizagem a um processo repetitivo ou de reprodução de conhecimentos “pré-cozidos”, prontos para consumo (POZO, 2002).

Um dos objetivos dessa nova “cultura da aprendizagem” é transformar os alunos em futuros cidadãos para que os mesmos sejam aprendizes mais flexíveis, eficientes e autônomos, dotando-os de capacidades de aprendizagem e não apenas de

saberes específicos que, geralmente, serão menos duradouros (POZO, CRESPO, 2009).

Esses apontamentos endossam a perda do status de uma educação pautada estritamente na aquisição de conceitos, em que o aluno é receptor passivo dos discursos teóricos impostos pelo professor para a formação do sujeito global, investigador, curioso, autônomo e responsável pela sua aprendizagem. Trata-se, então, de uma redefinição do papel de três importantes agentes no contexto educacional: o conhecimento, tido como bem de valor; o sujeito, principal responsável pela construção do seu saber e o professor, mediador entre os dois primeiros. Esta redefinição concede ao processo ensino-aprendizagem características como: participação ativa dos alunos no planejamento e execução de suas atividades, utilização de novos recursos de ensino, concepção do professor pesquisador e eterno aprendiz, a ênfase na participação da família na formação dos alunos (OLIVEIRA, VENTURA, 2005).

Nota-se então o desafio que se coloca diante das instituições escolares: a busca premente de alternativas de ensino mais abertas e próximas dos alunos. Nesta corrida, a pedagogia de projetos tem sido uma expressão constantemente presente no âmbito escolar, refletindo os anseios (já bem antigos) de uma educação cidadã.

No entanto, se nosso anseio é reconfigurar os objetivos didáticos e pedagógicos voltados a uma formação meramente conceitual, se desejamos mudar o que professores e alunos fazem durante as aulas, é preciso previamente modificar a epistemologia dos professores (BELL, PEARSON, 1992) e, de maneira premente e resoluto, inserir essas modificações nos cursos de formação de professores, já que esses futuros professores perpetuarão a concepção adquirida no curso de Formação Inicial em suas atuações profissionais.

Em outras palavras, o que este trabalho está a mostrar é que a compreensão significativa dos conceitos e sua articulação com contextos reais exige superar o reducionismo conceitual e planejar os conteúdos ensinados nos cursos de formação de professores como uma atividade que integre os

aspectos conceituais, procedimentais e axiológicos (VILCHES, SOLBES, GIL-PÉREZ, 2004). Isso remete-nos para a discussão acerca do papel da Didática na educação científica e, em particular, na tomada de decisões, na possibilidade de intervenção efetiva na sociedade, o que pode ser atingido a partir de uma sincronia pedagógica entre as três dimensões dos processos de ensino e aprendizagem: a técnica, a humana e a sócio-política.

A multidimensionalidade da Didática: Reconhecendo a possibilidade para uma formação além da abordagem conceitual

Muito do que se pensa sobre os cursos de formação de professores e sobre os atributos que caracterizam o “saber o e saber fazer dos professores” (CARVALHO, GIL-PÉREZ, 2001), é delegado aos saberes aprendidos na disciplina de Didática. No entanto, há muitas concepções deturpadas e reducionistas sobre as contribuições dessa disciplina para formação de professores.

A ideia que a Didática ensinará um conjunto de técnicas adequadas para um bom professor e que há um caminho único- análogo a uma receita de bolo- aplicável a qualquer contexto educativo ou escolar é bastante comum entre os estudantes que ingressam em um curso de Licenciatura (CALDEIRA, BASTOS, 2009).

Essa ênfase no aspecto técnico da Didática fica reduzida a concepções equivocadas e reducionistas de todos os elementos que estão subjacentes à prática docente. Esse quadro sugere uma visão de didática como um conjunto de técnicas a serem aprendidas, às vezes associada a uma visão de Ciência em que a observação e o trabalho experimental são as fontes principais de aquisição de saberes. Além disso, uma parte dos alunos acredita que o conhecimento em Didática e outras áreas da Educação têm pouca ou nenhuma “aplicabilidade”, de modo que a aprendizagem da docência deverá ocorrer principalmente “na prática” e por meio da própria prática (LIPPE, BASTOS, 2007). Podemos supor que tais ideias estão ligadas a uma concepção

empirista do fazer científico, bem como à percepção cotidiana do trabalho do professor como algo que se dá centrando em sua própria atuação (CALDEIRA, BASTOS, 2009).

O trabalho de um professor (de Biologia, Ciência ou qualquer outra disciplina) não se faz somente com base em “teoria”. Ele se faz levando em conta uma série de outros “saberes” que o professor vai desenvolvendo ao longo da vida, dentre eles os “saberes experienciais” (TARDIF, 2004), originários da reflexão sobre as situações da prática (profissional). Nesse sentido, a Didática deve lidar não apenas com o problema de produzir teorias sobre o ensino, mas também, com o problema de compreender o significado da prática e as possibilidades de articulação entre teoria e prática na formação e no trabalho dos professores.

Nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas é comum, num primeiro momento, os graduandos entenderem que a Didática deve ser a disciplina em que aprenderão a colocar em prática (nas situações de ensino) a teoria que estudaram nas demais disciplinas (LIPPE, BASTOS, 2007). Isso sugere uma concepção em que a teoria antecede à prática, e a prática poderia ser desenvolvida com sucesso aprendendo-se e aplicando-se um conjunto de técnicas e regras específicas do ensinar, o que aproxima-se de concepções tecnicistas.

Por outro lado, esses mesmos licenciandos podem apresentar, simultaneamente, concepções de características quase opostas, que chamaremos de empiricistas (LIPPE, BASTOS, 2007), e que afirmam que os conhecimentos acadêmicos em educação “não servem para nada”, não restando outra alternativa senão a aprendizagem da docência ocorrer “na prática” (isto, é, de forma empírica).

A didática entendida como uma disciplina que fornece técnicas e estratégias aos alunos que almejam tornar-se professores não deve ser encarada, do ponto de vista teórico e epistemológico, antiquada ou obsoleta, mas reducionista, incompleta. Atualmente, esse reducionismo adquire maior visibilidade dada a relevância sobre as questões sociais e humanas na formação de professores, bem como

a notabilidade da cidadania nos debates sobre formação, currículo e alfabetização científica, tanto em discursos dirigidos à Formação Inicial, quanto para Educação Básica.

A Didática, exaltada ou negada como reflexão sistemática de busca de alternativas para os problemas da prática pedagógica, está, certamente, no momento atual, colocada em questão (CANDAU, 2014). Ao nosso ver, o cerne do debate contemporâneo sobre as configurações e funções da Didática na formação de professores é o entendimento dessa área como aquela que estuda de forma estrita e única as técnicas e estratégias necessárias para o planejamento e proposição de uma prática pedagógica adequada. Decorre-se disso, por exemplo, a construção, pelos alunos- que serão futuros professores- de ideias distorcidas sobre a profissão docente e como ela se constrói dentro das salas de aula, no âmbito nas contribuições da Didática: concepções como relação de autoritarismo entre professor e aluno; falta de posicionamento sócio-político do professor, falta de subsídios para que o aluno adquira habilidades mais complexas do que a de memorizar conceitos e saber usá-los apenas em contextos escolares, ideia de que a cidadania e a intervenção na sociedade não são objetivos educacionais, já que o bom professor é formado por um conjunto de técnicas bem escolhidas, planejadas e executadas na sala de aula.

O objeto de estudo da didática é o processo de ensino-aprendizagem e, portanto, é preciso considerar as características desse processo para uma compreensão mais complexa e integrada do que seja a Didática e como ela deve ser estruturada em termos epistemológicos nas salas de aula de formação de professores. Trata-se de um processo multidimensional que, para ser, adequadamente, compreendido, precisa ser analisado e construído de modo a articular as dimensões humana, técnica e político-social (CANDAU, 2014). No entanto, e esta é a principal questão a ser descrita neste trabalho: de que maneira, o professor, pode, por meio de estratégias ou recursos articular essas três dimensões?

Não se trata de maximizar ou hipervalorizar as dimensões humana e sócio-política, mas investigar e sugerir propostas de trabalho pedagógico por meio das quais, a aprendizagem esteja pautada nessa tridimensionalidade. O importante é, tendo a presente a configuração político-social e ideológica do momento, não negar a especificidade da formação para cidadania, sem considerá-la de modo isolado e autocentrado.

Nosso principal objetivo é endossar e contribuir para as discussões sobre a inserção das esferas sócio-política e humana na Educação e oferecer elementos para que as práticas pedagógicas possam ser repensadas e/ou reinventadas, incorporando, de maneira reflexiva, a questão da formação para cidadania, tendo como estratégia a aprendizagem por projetos. Trata-se de uma defesa resoluta sobre uma Didática que se aproprie de questões contemporâneas, armando-se de técnicas e estratégias cujo objetivo seja, também, a intervenção e participação na sociedade.

O ensino e a aprendizagem são processos situados, de forma direta ou indireta, no relacionamento humano. No que é referente à dimensão humana, portanto, a relação interpessoal deve estar no centro desses processos, o que considera os aspectos eminentemente subjetivos, individualistas e afetivos dos processos de ensino e aprendizagem. Para essa dimensão, mais do que um problema de técnica, a didática deve focar no processo de aquisição de atitudes, tais como: calor, empatia, consideração positiva incondicional. A didática é então “privatizada”. O crescimento pessoal, interpessoal, e intragrupal é desvinculado das condições socioeconômicas e políticas em que se dá; sua dimensão estrutural é, pelo menos, colocada entre parênteses (CANDAU, 2014 pp. 14).

Se a abordagem humanista é unilateral e reducionista, fazendo da dimensão humana o único centro configurador dos processos de ensino e aprendizagem, no entanto, ela explicita a importância dessa dimensão. Certamente, o componente afetivo está presente nos processos de ensino e aprendizagem. Ele perpassa e impregna toda a sua dinâmica e não pode ser ignorado (CANDAU, 2014).

Quanto à dimensão técnica, ela contempla os processos de ensino e aprendizagem como ações intencionais, sistemáticas, cujo objetivo seja organizar as condições que melhor propiciem a aprendizagem. Aspectos como objetivos instrucionais, seleção de conteúdo, estratégias de ensino, avaliação etc, constituem o seu núcleo de preocupações. Trata-se do quesito considerado objetivo e racional dos processos de ensino e aprendizagem (CANDAU, 2014).

No entanto, quando essa dimensão é dissociada das demais, tem-se o tecnicismo. A dimensão técnica é privilegiada, analisada de forma dissociada de suas raízes político-sociais e ideológicas, e vista como uma ação “neutra” e quase estritamente instrumental. A questão do “fazer” da prática pedagógica é dissociada das perguntas sobre “por que fazer” e o “para que fazer” e analisada de forma, muitas vezes, abstrata e não contextualizada (CANDAU, 2014).

Embora o tecnicismo configure uma visão unilateral dos processos de ensino e aprendizagem, no entanto, essa dimensão técnica é, indubitavelmente, um aspecto que não pode ser ignorado ou negado para uma adequada compreensão e mobilização do processo de ensino-aprendizagem. O domínio do conteúdo e a aquisição de habilidades básicas, bem como a busca de estratégias que viabilizem a aprendizagem em cada situação concreta de ensino, constituem problemas fundamentais para toda proposta pedagógica. No entanto, a análise desta problemática somente adquire significado pleno quando é contextualizada e as variáveis processuais tratadas em parcimoniosa interação com as variáveis contextuais (CANDAU, 2014).

Essa dimensão apresenta-se, muitas vezes, como um grande paradoxo, já que, ingenuamente, caracteriza a Didática como uma disciplina que organiza, enumera e sistematiza técnicas ou sequências pedagógicas específicas para uma boa ação docente. Em alguns casos extremos, chega-se a pensar que para ser um bom professor e elaborar uma boa aula é necessário apenas seguir determinados passos descritos pela Didática. Dessa forma, caracteriza os processos de ensino e aprendizagem como elementos fixos, que ocorrerão da mesma forma em todos os contextos (CANDAU, 2014).

O grande paradoxo consiste na relevância da técnica e da estratégia como um saber dos professores. No entanto, essa importância não significa dizer que a Didática é sinônimo de dimensão técnica. Essa concepção acaba por gerar grandes problemas epistemológicos para a Didática e para a própria ação docente, que se reduz a essa dimensão (CANDAU, 2014).

Se todo o processo de ensino-aprendizagem é “situado”, a dimensão político-social lhe é inerente. Ele acontece sempre em uma cultura específica, envolve pessoas concretas que têm uma posição de classe definida na organização social em que vivem. Os condicionamentos que advêm desse fato incidem sobre o processo de ensino e aprendizagem. A dimensão político-social não é um aspecto do processo de ensino-aprendizagem. Ela impregna toda a prática pedagógica que, querendo ou não (não se trata de uma decisão voluntarista), possui em si uma dimensão político-social (CANDAU, 2014).

No entanto, a afirmação sobre a defesa da notoriedade e inserção da dimensão política na prática pedagógica deve ser reiterada não apenas pela ênfase dada às perspectivas humanista ou tecnicista, mas atentar-se à negação dessas dimensões nos processos de ensino e aprendizagem (CANDAU, 2014).

De fato, o difícil é superar uma visão reducionista, dissociada ou justaposta da relação entre as diferentes dimensões e partir para uma perspectiva em que a articulação entre elas é o centro configurador da concepção dos processos de ensino e aprendizagem. Nesta perspectiva de uma multidimensionalidade que articula organicamente as diferentes dimensões do processo de ensino-aprendizagem é que propomos que a significação da didática (CANDAU, 2014).

Ensino por projetos: A cidadania como parte da formação integral do estudante

Embora seja necessário admitir que no Brasil ainda não se estabeleceram muitas oportunidades para o debate aberto entre especialistas e não-especialistas, ou para consulta e participação pública, é consenso

inclusive nos Parâmetros Curriculares Nacionais que a educação formal tem como objetivo a formação para a cidadania e a preparação dos estudantes para situações futuras em que se possa pedir por participação em processos decisórios no âmbito das políticas públicas. Nessa perspectiva, o papel da educação científica para o exercício da cidadania deveria estar centrado não só no ensino de conteúdos conceituais, mas no desenvolvimento de habilidades amplas que poderiam ser mobilizadas em diferentes problemas e desafios.

Os alunos precisariam, por exemplo, analisar e decidir quais informações disponíveis em meios de divulgação são pertinentes e confiáveis para fundamentar a formação de opinião. No entanto, se considerarmos os estudos sobre o Ensino de Ciências e a baixa frequência com que os conhecimentos produzidos por pesquisas dessa área inserem-se na Educação Básica, algumas reflexões são necessárias: como a escola tem se responsabilizado com a tarefa de oportunizar espaços de debates por meio dos quais seja possível discutir notícias e artigos divulgados, discutir com especialistas convidados ou levantar as concepções dos alunos sobre determinada questão sociocientífica local ou global? Como a escola tem ensinado valores e atitudes de solidariedade e de preocupação com a degradação ambiental e social?

Quando o ensino e a aprendizagem são restritos aos saberes declarativos ou conceituais, a formação para cidadania permanece deficiente, uma vez que requer uma abordagem equitativa dos três tipos de conteúdos: conceituais, procedimentais e atitudinais, segundo proposta de COLL *et al.* (2000).

Se a concepção da educação científica inclui a formação para ação cidadã, são necessárias estratégias didático-metodológicas que propiciem aos alunos saber lidar com informações incompletas disponíveis e saber mobilizar raciocínios complexos e transversais. Para o desenvolvimento de tais habilidades, os alunos devem vivenciar momentos de debates reais com a finalidade de aprender a respeitar a opinião do outro, entender a pluralidade de concepções que existe na sociedade para adquirir

altruísmo e a sensibilização sobre o convívio em sociedades exigir a ponderação de opinião e de valores, para que seja possível a tomada de decisão inclusiva, ética e justa.

A ideia de se trabalhar a partir de referenciais de áreas diferentes pode apresentar problemas de natureza epistemológica e prática. No entanto, os discursos sobre a formação para cidadania no âmbito educacional, muitas vezes, carecem de um aprofundamento teórico e metodológico e, portanto, teorizam questões que, raramente chegam às salas de aula. Este artigo defende um parcimonioso diálogo entre essas áreas no que tange à possibilidade de ressignificar a didática a partir de questões como: De que forma as técnicas e estratégias trabalhadas na Didática podem contribuir para a formação para cidadania? O que significa uma didática, em termos práticos, com olhares ostensivos para a Formação de professores, uma Didática multidimensional? Que elementos básicos devem ser considerados na realização de um processo de ressignificação da didática nessa perspectiva? Como trabalhá-los nos cursos de didática voltados para a formação Inicial e Continuada de professores?

A possibilidade apresentada é a aprendizagem por projetos. Trata-se de uma estratégia didática que pode seguir referenciais metodológicos que contemplem as dimensões humana e sócio-política, principalmente no que tange à formação para cidadania.

À revelia da estratégia ou recurso selecionado (mesmo que estejamos falando de uma aula expositiva com lousa e giz) é preciso que, a priori, identifiquemos os objetivos de nossa aula ou de nossa proposta, o que esperamos de nossos alunos ao fim dela. Por exemplo, você gostaria que seus alunos adquirissem habilidades como: identificar e levantar problemas, conhecer a realidade em que vivem e fazer provisionamentos globais, levantar hipóteses, identificar a presença dos conteúdos científicos no cotidiano, participar e intervir em questões sociais, buscar conhecimentos por meio de estudos diversos- pesquisas em livros, debates, pesquisa na internet-, conjecturar hipóteses, discutir essas hipóteses,

trabalhar coletivamente ou apenas que ele saiba reproduzir ou citar um conceito ou conteúdo da forma que ele fora descrito no livro ou na lousa?

Para defendermos e sistematizarmos uma metodologia de ensino, é preciso identificar o que pretendemos atingir, em termos formativos, com essa proposta. A ideia de inserirmos mais efetivamente a dimensão sociológica no âmbito da Formação Inicial e então, resgatar as dimensões humana e sócio-política da Didática e dos processos de ensino e aprendizagem pode contribuir muito para formação, dentre outros aspectos, cidadã.

Neste contexto, a aprendizagem por projetos tem sido ressaltada em muitas bibliografias que se propõem a discutir um novo retrato para os ambientes de ensino-aprendizagem.

O ensino por projetos, neste contexto, balizar-se-á em três pontos destacados, a saber: 1) às reflexões sobre a natureza da Formação Inicial e as possibilidades de formação para cidadania e 2) a Didática como área multidimensional que aborda as dimensões técnica, sócio-política e humana do processo de ensino e aprendizagem, 3) o projeto como uma estratégia que envolve todas as dimensões da Didática.

Projetos são ações pensadas, planejadas e executadas individualmente ou por uma equipe. No projeto, há ideia, uma possibilidade de realização, uma meta, um querer que orienta e dá sentido às ações que se realizam com a intenção de transformar a meta em realidade (SANTOS, 2009).

É importante abordar que o projeto que este artigo circunscreve tem caráter didático-pedagógico e articula-se aos processos de ensino e aprendizagem.

A opção por um ensino baseado em projetos proporciona a possibilidade de uma aprendizagem pluralista e permite articulações diferenciadas de cada aluno envolvido no processo. Ao alicerçar projetos, o professor pode optar por um ensino com pesquisa, com uma abordagem de discussão coletiva crítica e reflexiva que oportunize aos alunos a convivência com a diversidade de opiniões, convertendo as atividades metodológicas em situações de aprendizagem ricas e

significativas. Esse procedimento metodológico propicia o acesso a maneiras diferenciadas de aprender, e, especialmente, de aprender a aprender. (BEHRENS, JOSÉ, 2001 pp. 3)

Enxergamos no ensino baseado em projetos a possibilidade de contemplarmos as dimensões humana e política dos processos de ensino e aprendizagem. Os projetos são um tipo de estratégia pedagógica e podem ainda incorporar as dimensões supracitadas contribuindo de forma efetiva para o início da construção da cidadania e a aproximação dos conteúdos à realidade dos alunos- que será palco de ações investigativas.

A metodologia de aprendizagem por projetos implica partir de problematizações que vinculem os temas à realidade circundante. O cuidado de considerar o contexto tem se apresentado como uma opção significativa de ensinar e, especialmente, de aprender a aprender em situações reais (BEHRENS, JOSÉ, 2001).

Para BEHRENS E JOSÉ (2001), os projetos fundamentam sua concepção teórica em:

1. Um sentido da aprendizagem que se pretende construir de modo significativo para os alunos.
2. Sua articulação a partir de atitude favorável para o conhecimento por parte dos meninos e das meninas.
3. A previsão, por parte dos professores, da estrutura lógica e seqüencial dos conhecimentos que pareça mais adequada para facilitar sua assimilação.
4. A funcionalidade do que se aprende como um elemento importante dos conhecimentos que os alunos irão aprender. (pp. 5)

Essas proposições, ao nosso ver, fortalecem o que foi defendido neste trabalho, uma vez que favorecem a contextualização do conhecimento, além de possibilitar uma aprendizagem mais integrada, baseada em conceitos, procedimentos e atitudes. Não se trata de um abandono ou uma ruptura com as práticas pedagógicas tradicionais, mas de apresentação e

reflexão sobre uma ação didática cujo mote esteja em uma possibilidade efetiva das questões sobre cidadania serem inseridas nos cursos de Formação Inicial, uma “ (re)significação da função social do ensino de ciências, com o objetivo de desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística” (SANTOS, MORTIMER, 2002 pp. 204).

Nesse sentido, uma educação científica e humanística buscaria incorporar ao currículo discussões de valores e reflexões críticas que possibilitassem uma formação integral. Não se trata de fazer uma educação contra ou a favor da ênfase conceitual, mas de uma educação em que os alunos possam refletir sobre a sua condição no mundo frente aos desafios postos pela ciência, pelas condições sociais e econômicas. Isso se insere dentro do propósito de educação em ciências com função social (SANTOS, 2007).

A importância dessa inserção na formação de professores envolve a estratégia da aprendizagem por meio da participação na confrontação de problemas sociais, o que permite que diversas barreiras acadêmicas sejam efetivamente ultrapassadas via exercício da cidadania em conjunto com a prática educacional voltada para a coletividade.

Por conseguinte, parte-se da constatação de que educação, didática e formação para a cidadania político-social são pressupostos indispensáveis para o desenvolvimento do professor na sua preocupação com o entorno social, possibilitando que o sujeito da aprendizagem vivencie experiências que promovam a aplicabilidade do conhecimento em constante construção, moldando seu comportamento perante a comunidade e na interação com a sala de aula.

Para se pensar a cidadania como um instrumento de conduta cidadã por parte da formação de professores, é necessário defini-la, em um primeiro momento, a partir do prisma dos direitos, o que se permite visualizá-la em termos de universalização e no seu ideário sócio-político. Contudo, apenas conceituá-la e oferecer uma compreensão abstrata se torna insuficiente para nosso propósito – qual seja, a aprendizagem como forma de atuação em projetos de intervenção social. Assim, em um segundo

momento, é necessário articular a dimensão dos direitos com a do exercício virtuoso e humano da cidadania, desenvolvendo, por conseguinte, a dimensão universalista (dos direitos do cidadão) em junção com a contextualização, relativa ao exercício da civildade por meio de projetos.

A definição de cidadania não é estanque, mas, sim, um conceito histórico, variável de acordo com o tempo e com o espaço. Isso quer dizer que o que é cidadania hoje, no Brasil, não é o mesmo que caracterizar uma pessoa como cidadão na Grécia Antiga. Devemos entender, em primeiro lugar, que o conceito de cidadania sempre se alterou ao longo da História, e não há uma sequência única em sua evolução.

O fenômeno da cidadania é complexo e pode ser definido ao longo de processos históricos que ocorreram ao longo dos últimos séculos, de maneira que os percursos para a construção da cidadania são relativamente distintos e variáveis. Ou seja, é um processo em construção, incluindo várias dimensões, nas quais algumas se fazem presentes sem ter, por outro lado, a garantia da presença de outros.

A partir dessas considerações iniciais sobre o fenômeno da cidadania em si, em primeiro lugar, é necessário definir ou pensar no conceito de cidadania no contexto escolar, didático, político, formativo. O que, dentro da escola, pode ser feito para que, de fato, possamos afirmar que a escola contribui para a formação cidadã? Quais as questões poderiam ser trabalhadas na escola? Afinal, o que é ser cidadão? Por fim, como a cidadania pode ser desenvolvida e/ou adquirida em um caso específico, qual seja, a escola Básica?

De acordo com o constitucionalismo moderno, cidadão é aquele indivíduo que possui um vínculo jurídico com o Estado, sendo portador de direitos e de deveres fixados por uma estrutura normativa legal – como a Constituição e as leis. Em tese, ao aceitarem o pacto fundante da nação ou de uma nova ordem jurídica, os cidadãos são livres e iguais perante a lei na condição de súditos do Estado. Entendido o conceito de cidadão e o desenvolvimento histórico da cidadania, podemos compreender sua

definição, bem como suas dimensões. O fenômeno da cidadania, historicamente complexo e definido de acordo com um espaço delimitado, envolve direitos e deveres dos indivíduos de uma população que compreendem aspectos *civis*, *políticos* e *sociais* (MARSHALL, 1967 pp. 8), sendo que um cidadão pleno seria aquele que fosse titular dos três tipos de direitos.

A formação para cidadania, pensando nas ações que devam ser realizadas durante o período da Educação Básica torna imperativa uma maior responsabilização para decisões sobre ciência e tecnologia, o que gera uma série de demandas e debates no âmbito na educação em Ciências. Como já descrito, o cenário contemporâneo exige um perfil formativo que reformula e/ou amplia as finalidades da educação científica em todo o mundo. A educação em Ciências cujo eixo fora a formação de futuros cientistas tem dado espaço gradual a densas problematizações acerca da concretização de objetivos mais amplos, associados a formação de competências e habilidades conceituais, procedimentais e atitudinais que proporcionam a formação integral e ativa do estudante (VILANOVA, 2011).

Essa problematização reivindica que a questão da educação para a cidadania assuma uma posição de destaque nas discussões sobre os objetivos da educação em ciências, sendo frequentemente mencionada em diretrizes curriculares, orientações didáticas e nos textos que norteiam as políticas públicas em educação. No entanto, uma ideia difusa sobre cidadania tem sido assumida e mesmo reforçada em diversos textos sobre educação em ciências, o que termina por promover um consenso sobre o tema que é apenas aparente (TOTI, *et al.* 2009).

Assim, a ideia central deste estudo não é simplesmente discutir conceitualmente a cidadania a partir do seu prisma sócio-político – onde as instituições sociais e políticas estão envolvidas no cumprimento de direitos e obrigações, mas articular tais conceitos de cidadania com o seu exercício virtuoso e humano e sua aplicabilidade para o conhecimento no processo de aprendizagem. Com isso, enfatiza-se a dimensão prática e humana da cidadania, de acordo

com o caráter situacional das relações humanas, no qual um conjunto de práticas estabelecem o contexto de interação da aprendizagem e de realização de projetos sociais.

A prática humana da cidadania evita o tratamento demasiadamente jurídico do termo, qual seja ancorado na esfera de ação sócio-política do Estado, vinculando-a à dinâmica da institucionalização de direitos e deveres a fatores exógenos. Dessa maneira, a cidadania é entendida como o conjunto de práticas que definem uma pessoa como sendo membro da sociedade, moldando o fluxo de recursos em benefício de pessoas e grupos sociais. Contudo, com a ênfase em sua prática social e humana da luta e gozo de direitos em um contexto de aprendizagem e de interação social previne-se lidar com a questão da cidadania como um mero arranjo de garantias e obrigações (TAVOLARO, 2009 p. 109), pois, mesmo que institucionalizados na forma de lei, os direitos não deixam de ser práticas contingentes constituídas por relações sociais (SOMERS, 1993 pp. 589).

Formar para a cidadania, segundo RATCLIFFE E GRACE (2003) seria formar pessoas que tem compreensão do próprio papel como cidadão do mundo; que respeita e valoriza a diversidade; tem um entendimento de como o mundo funciona economicamente, politicamente, culturalmente, socialmente, tecnologicamente e ambientalmente; que é contrário a injustiça social; que participa e contribui com a comunidade de vários modos em nível local e global; que está disposto a agir para tornar o mundo um lugar mais igualitário e sustentável; e que assume as responsabilidades de suas ações.

Os autores consideram que apesar de serem distintas as formas como se pode dar significado à educação para cidadania, é defendida a ideia de que os cidadãos precisam de conhecimento e compreensão do sistema social, jurídico e político em que vivem e operam. Eles precisam de habilidades e aptidões para fazer uso desse conhecimento e precisam ser dotados de valores para que o uso de tais conhecimentos e habilidades seja para fins benéficos.

RATCLIFFE E GRACE (2003) consideram que questões sócio-científicas podem ser determinantes

na formação de opinião e tomada de decisão em níveis pessoais e sociais. Questões sócio-científicas são com frequência reportadas pela mídia, normalmente tratadas por meio de informações incompletas devido à apresentação de evidências científicas conflitantes ou insuficientes. Os autores afirmam que as questões sócio-científicas podem incluir dimensões locais, nacionais e globais de quadros políticos e sociais e envolvem algumas análises de custo e benefício, nas quais riscos interagem com valores. Podem envolver considerações acerca de desenvolvimentos sustentáveis e envolvem raciocínios éticos e de valores morais.

A nosso ver, a dimensão prática e humana da cidadania pode ser encontrada nas diferentes demandas provenientes dos mais variados setores da sociedade, sendo função da universidade, no processo de aprendizagem, promover uma forma social de sensibilidade nos alunos e futuros professores, com capacidade para se relacionarem com outra realidade de maneira respeitosa e promovendo a ação social por meio de projetos, evidenciando a reciprocidade nas relações cívicas de respeito mútuo com comprometimento perante os demais membros da sociedade. Com isso, ao invés de atribuir demasiado peso explicativo a um suposto padrão de sociabilidade e de desvio de cidadania no Brasil (“cidadania à brasileira”), passa a se incentivar sua atuação em cada contexto específico, observando os atores sociais presentes, os projetos de sociedade e as capacidades de implementação dos valores humanos da cidadania a partir da interação social promovida entre processo de aprendizagem e participação em projetos. Implementa-se, deste modo, uma dimensão agonística de cidadania, na qual a atuação social fomentada pelos estudantes e futuros professores dão chances para que determinadas demandas societárias saiam das margens da ordem social, dando condições de possibilidades para a construção de uma cidadania mais humana no país.

Antes de definirmos ou propormos uma prática que articule objetivos da educação contemporânea (que alunos pretendemos formar?); formação para cidadania (quais as ações realizadas no âmbito escolar

podem caracterizar essa formação?) e aprendizagem baseada em projetos (como a inserção desse referencial metodológico pode facilitar a formação cidadã?) é preciso apontar que as reformulações discutidas sobre as mudanças da educação científica não contemplam, em nosso ver, a proposição de um novo currículo, de uma nova ordem curricular epistemológica, mas sim, sugere inserções paralelas ou transversais ao currículo já existente. Mas como isso pode acontecer?

O esquema aborda uma relação- não hierárquica- dos principais conceitos discutidos neste trabalho. A Educação científica contemporânea pauta-se em um ensino que integre conceitos, procedimentos e atitudes de maneira que os objetivos das disciplinas escolares sejam aquisição de habilidades complexas: análise de informação de diversas fontes- científicas ou não-; capacidade de autonomia na investigação ou estudo sobre determinado tema; levantamento de hipóteses e elaboração de propostas de intervenção a partir de ideias idiossincráticas; observação da realidade local e dos fatores sociais, políticos e econômicos envolvidos nessa realidade, identificação de problemas locais; respeito a opinião e a ação do próximo, intervenção em determinadas ações locais e participação pública em questões pertinentes. A aquisição dessas habilidades, além

dos conceitos específicos constituintes de cada disciplina proporciona uma formação disciplinar e sócio-política, a qual estabelece parâmetros sólidos para uma intervenção consciente na sociedade. A aprendizagem baseada em projeto pode contribuir muito para o trabalho com essas habilidades, uma vez que pode partir de problemas reais identificados pelos próprios alunos, além de permitir o exercício de trabalho em grupo, colaborativo.

A organização dos conteúdos em torno de projetos, como forma de desenvolver atividades de ensino e aprendizagem, favorece a compreensão da multiplicidade de aspectos que compõem a realidade, uma vez que permite a articulação de contribuições de diversos campos de conhecimento. Esse tipo de organização permite que se dê relevância às questões dos temas como as questões sociocientíficas e os problemas locais, pois os projetos podem se desenvolver em torno deles e ser direcionados para metas objetivas ou para a produção de algo específico (como um jornal, por exemplo). Professor e alunos compartilham os objetivos do trabalho e os conteúdos são organizados em torno de uma ou mais questões. Uma vez definido o aspecto específico de um tema, os alunos têm a possibilidade de aplicar os conhecimentos que já possuem sobre o assunto; buscar novas informações e utilizar os conhecimentos e os recursos

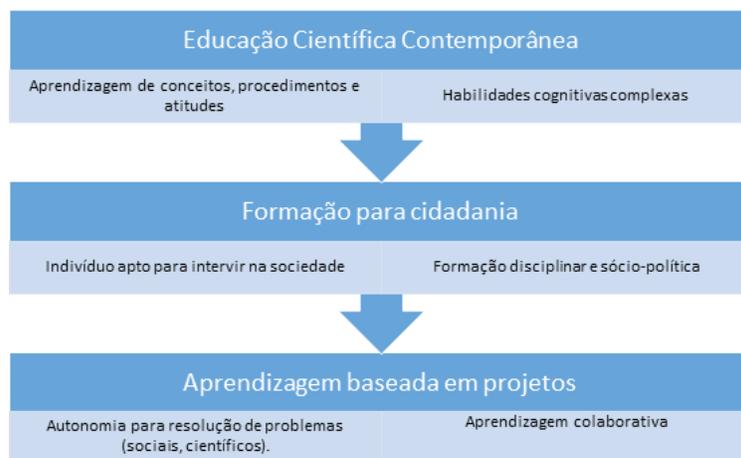


Figura 1. Educação científica, cidadania e aprendizagem.

Fonte: autores.

oferecidos pelas diversas áreas para dar um sentido amplo à questão. Para isso, é importante que o professor planeje uma série de atividades organizadas e direcionadas para a meta preestabelecida, de forma que, ao realizá-las, os alunos tomem, coletivamente, decisões sobre o desenvolvimento do trabalho (no caso de um jornal, por exemplo, os assuntos que deverá conter, como se organizarão para produzir as matérias, o que cada matéria deverá abordar, etc.), assim como conheçam e discutam a produção uns dos outros. Ao final do projeto, seu resultado pode ser exposto na forma de alguma atividade de atuação no meio, isto é, de uso no âmbito coletivo daquilo que foi produzido (seja no interior da classe, no âmbito da escola ou fora dela). Assim, os alunos sabem claramente o que e por que estão fazendo, aprendem também a formular questões e a transformar os conhecimentos em instrumento de ação. Para conduzir esse processo é necessário que o professor tenha clareza dos objetivos que quer alcançar e formule claramente as etapas do trabalho. A organização das etapas do projeto deverá ser previamente planejada de forma a comportar as atividades que se pretende realizar dentro do tempo e do espaço que se dispõe. Além disso, devem ser incluídas no planejamento saídas da escola para trabalho prático, para contato com instituições e organizações.

Por exemplo, as questões sociocientíficas são um caminho para o trabalho com projetos.

Essas questões sócio-científicas (QSCs) são apontadas pelo caráter controverso e polêmico, uma vez que fomentam indagações relacionadas a conhecimentos científicos da atualidade e que, portanto, em termos gerais, são abordados nos meios de comunicação de massa (rádio, TV, jornal e internet). Essas problemáticas estão ligadas diretamente à vida das pessoas e mostram-se entre a interface de interesses políticos, econômicos e sociais. Questões como a clonagem, a manipulação de células -tronco, os transgênicos, o uso de biocombustíveis, a fertilização *in vitro*, os efeitos adversos da utilização da telecomunicação, a manipulação do genoma de seres vivos, o uso de produtos químicos, entre outras, envolvem consideráveis implicações científicas,

tecnológicas, políticas e ambientais que podem ser trabalhadas em aulas de ciências com o intuito de favorecer a participação ativa dos estudantes em discussões escolares que enriqueçam seu crescimento pessoal e social (PEREZ, CARVALHO, 2012).

Para a discussão das controvérsias subjacentes às QSCs, há a necessidade de cidadãos dotados de conhecimentos e de capacidades avaliativas. Assim, o conhecimento científico e tecnológico não pode ser responsabilidade apenas dos cientistas, governos, especialistas ou qualquer outro ator social, sendo indispensável à constituição de uma cidadania ativa (REIS, GALVÃO, 2008).

É nesse contexto também que emergiu um novo modo de produção do conhecimento (GIBBONS *et al.* 1994), o qual tem-se desenvolvido em um contexto de aplicação, com características mais transdisciplinares do que disciplinares e dando lugar a uma interação entre diferentes atores sociais, como cientistas, representantes dos governos, do setor produtivo, de organizações não-governamentais e da imprensa. Esse novo modo de produção tem acarretado um aumento da responsabilidade social dos produtores de conhecimento científico e tecnológico. Nele os diferentes profissionais se unem no interesse comum de resolver grandes problemas, como a cura da AIDS, a escassez ou má distribuição de alimentos, etc. Isso passa a exigir do novo cientista uma maior reflexão e, sobretudo, a capacidade de dialogar com outras áreas para participar da análise de tais problemas em uma perspectiva multidisciplinar (SANTOS, MORTIMER, 2002).

Pensando em trabalhar essas questões em sala de aula, sugerimos o seguinte percurso metodológico:

1. Identificação e escolha do tema (levantamento bibliográfico sobre QSCs, identificação da controversa científica).
2. Identificação de em um produto que possa ser construído a partir de ações relacionadas ao tema (Filme, cartazes, artigos de opinião ou de divulgação científica, palestras e/ou debates em ambientes escolares ou não escolares voltado à comunidade escolar ou não).

3. Identificação de ações necessárias para a realização da proposta: entrevistas, estudos de caso, levantamento bibliográfico específico, visitas a locais correlatos.
4. Formulação dos objetivos da proposta (articulação entre o tema, o produto e as ações que serão desenvolvidas).
5. Formulação do plano de ação: planejamento do trabalho em grupo para o desenvolvimento das ações práticas; estudo individual do tema.
6. Realização das ações práticas.
7. Compartilhamento dos dados adquiridos nas situações práticas e do aprofundamento teórico obtido no estudo individual.
8. Construção do produto final.
9. Apresentação do produto.

Outra possibilidade é sugerir a elaboração de projetos a partir de temas e/ou problemas locais, identificados, em um trabalho de campo, pelos próprios alunos.

Sob a denominação de Temas Locais, os Parâmetros Curriculares Nacionais pretendem contemplar os temas de interesse específico de uma determinada realidade a serem definidos no âmbito do Estado, da cidade e/ou da escola (PCNs temas transversais). Tomando-se como exemplo o caso do trânsito, vê-se que, embora esse seja um problema que atinge uma parcela significativa da população, é um tema que ganha significação principalmente nos grandes centros urbanos, onde o trânsito tem sido fonte de intrincadas questões de natureza extremamente diversa. Pense-se, por exemplo, no direito ao transporte associado à qualidade de vida e à qualidade do meio ambiente; ou o desrespeito às regras de trânsito e a segurança de motoristas e pedestres (o trânsito brasileiro é um dos que, no mundo, causa maior número de mortes). Assim, visto de forma ampla, o tema trânsito remete à reflexão sobre as características de modos de vida e relações sociais.

Além disto, SANTOS E MORTIMER (2002) destacam:

[...] o estudo de temas, [...] permite a introdução de problemas sociais a serem discutidos pelos alunos,

propiciando o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Para isso, a abordagem dos temas é feita por meio da introdução de problemas, cujas possíveis soluções são propostas em sala de aula após a discussão de diversas alternativas, surgidas a partir do estudo do conteúdo científico, de suas aplicações tecnológicas e conseqüências sociais. (pp. 13)

Para o trabalho com temas locais, sugerimos o seguinte percurso metodológico:

1. Identificação e escolha do tema por meio de observação da realidade (levantamento de problemas locais).
2. Reflexão sobre o problema e a possibilidade de intervenção com base no conhecimento prévio.
3. Estudo teórico e individual do problema.
4. Compartilhamento do estudo individual e elaboração de uma ação de intervenção- especificando objetivos desta ação.
5. Levantamento de dados sobre a ação de intervenção.
6. Apresentação da ação que será realizada.
7. Execução da ação e intervenção na realidade.

As duas propostas exemplificadas objetivam a construção de uma definição humana de cidadania, a partir da qual é dever das instituições de ensino, sejam elas pública ou privadas, proverem os alunos de condições básicas para a prática cidadã voltada para a sua dimensão humana, em interação com distintas realidades sociais, nos quais os projetos podem contribuir com experiências sociais a fim de que os estudantes (e futuros professores) possam exercer plenamente a cidadania via processo de aprendizagem.

Dessa maneira, por meio da interação social entre aplicação do projeto do estudante e inserção na comunidade, a participação ativa e humana da cidadania passa a ser associada com a consolidação do conhecimento e com a indivisibilidade entre processo de ensino, aprendizagem, pesquisa e extensão, tomando rumos fora do ambiente universitário e criando cidadãos mais humanos e transformadores

da sociedade em que vivem, com aderência à responsabilidade social. Com essa perspectiva, ser cidadão é considerado como ter compromisso com o meio em que está inserido, de maneira que o processo de aprendizagem e de aplicação de projetos sociais minimiza conflitos existentes e pormenoriza algumas carências em relação à qualidade das políticas sociais e suas demandas, colaborando com o desenvolvimento da pessoa para o exercício efetivo da cidadania.

Considerações finais

O presente trabalho teve, como objetivo central, enfatizar a ideia da formação de professores por meio de atividades didáticas que enfatizem a interdependência de aspectos conceituais, procedimentais e axiológicos, destacando a possibilidade de intervenção ativa e cidadã em um determinado contexto societário. Para tanto, foi destacada a necessidade de um processo pedagógico de aprendizagem que enfatiza três dimensões centrais de ensino, quais sejam, a técnica, a humana e a sócio-política. Nesse contexto, a didática deve ser estruturada como um processo multidimensional, fornecendo técnicas e estratégias aos alunos em um processo de ensino e de aprendizagem que enfatiza a ideia da prática cidadã, com vistas à intervenção e à participação na sociedade.

De acordo com os pressupostos debatidos e enfatizados no texto, com a participação em projetos em junção com o processo de aprendizagem, o ambiente universitário torna-se capaz de estimular reflexões acerca do exercício efetivo da cidadania a partir de experiências diversas com realidades sociais e práticas distintas, proporcionando ao aluno a reflexão sobre as necessidades da comunidade e estimulando a formar um professor preocupado com interesses sociais e coletivos, despertando suas potencialidades por meio do compromisso social.

Nesse sentido, a ideia de cidadania ativa e humana, além de consolidar o cidadão como portador de direitos e de deveres, visa essencialmente criar conscientizar o futuro professor acerca da dimensão

prática da cidadania, abrindo novos espaços de atuação em prol da sociedade. Com isso, procuramos aqui trabalhar a dimensão universalista da cidadania conjuntamente com a sua dimensão contextual, humana e prática, com exercício da civilidade e com a contraposição da responsabilidade à indiferença (COHN, 2006 pp. 26).

A prática da responsabilidade no processo de aprendizagem e de projetos visa quebrar os mecanismos de indiferença estrutural presentes em nossa sociedade, reiterando o cerne da questão, qual seja, a prática da civilidade visando o respeito mútuo e a percepção das distintas realidades societárias. Dessa maneira, e parafraseando ROUSSEAU (1999), “formar o cidadão não é tarefa para um dia”, mas um processo construído por meio de vivências e da interação social em conjunto com o conhecimento adquirido, onde o aluno (considerado como um sujeito aprendente) a agir com respeito, solidariedade, responsabilidade e justiça, comprometendo-se com o que acontece em realidades sociais até então distintas e formando-o como cidadão capaz de interpretar os ditames da sociedade, progredindo como sujeito acadêmico e pessoa humana.

Referências

- BEHRENS, M. A.; JOSÉ, E. M. A. Aprendizagem por projetos e os contratos didáticos. **Revista Diálogo Educacional**, v. 2, n. 3, pp. 1-19. 2001.
- BELL, B. F.; PEARSON, J. Better Learning. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 3, pp. 349-361. 1992.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o Ensino das Ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, pp. 363-381. 2004.
- CALDEIRA, A. M. A.; MANEACHINE, S. R. S. Apresentação e Representação de fenômenos biológicos a partir de um canteiro de plantas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12, n.02, pp. 227-261. 2007.
- CALDEIRA, A.M.A; BASTOS, F. A Didática como área do conhecimento. In: CALDEIRA, A. M. A;

- ARAÚJO, E. S. N. N. (Org.). **Introdução à Didática da Biologia**. Escrituras. São Paulo: Brasil, 2009. pp.13-33.
- CANAU, V. M. A didática e a formação de educadores- Da exaltação à negação: a busca da relevância. In: CANAU, V. M. (Org.) **A didática em questão**. 36 ed. Vozes. Petrópolis: Brasil, pp.13-75, 2014.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. O saber e o saber fazer do professor. In: CASTRO, A.M.; CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensinar a Ensinar**. Pioneira Thomson Learning. São Paulo: Brasil, pp. 107-124, 2001.
- COHN, G. Civilização, cidadania e civismo: a teoria política frente aos novos desafios. In: **Filosofia política contemporânea. Controvérsias sobre civilização, império e cidadania**. CLACSO. Buenos Aires: Argentina, 2006.
- COLL, C. *et al.* **Os conteúdos na reforma**. Artmed. Porto Alegre: Brasil, 2000.
- DAL PIAN, M. C. O Ensino de ciência e cidadania. **Em Aberto**, v. 11, n. 55, pp.48-57, 1992.
- GIBBONS, M. *et al.* **The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies**. Sage Publications. Londres: Inglaterra, 1994.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. 2ª ed. Editora Moderna. São Paulo: Brasil, 2007.
- LIPPE, E.M.O.; BASTOS, F. Formação Inicial de professores de Biologia: fatores que influenciam o interesse pela carreira do magistério. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 6, 2007, Florianópolis. Atas. (CD-ROM). Belo Horizonte, ABRAPEC, 2007.
- LORENZETTI, L. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. 143f. Maestría en Educación. Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis, Santa Catarina, 2000.
- MARSHALL, T. H. **Cidadania, classe social e status**. Zahar. Rio de Janeiro: Brasil, 1967.
- OLIVEIRA, L. M.; VENTURA, P. C. S. A prática da aprendizagem por projetos em três óticas distintas. **Educ. Tecnol**, v. 10, n. 2, pp. 22-28. 2005.
- PEREZ, L. F. M.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 38, n. 3, pp. 727-741. 2012.
- POZO, J. I. **Aprendizes e Mestres: A nova cultura da aprendizagem**. Editora Artmed. São Paulo: Brasil, 2002.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 ed. Editora Artmed. São Paulo: Brasil, 2009.
- PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da Ciência na educação para cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, pp. 141-156. 2007.
- RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science Education for Citizenship: Teaching Socio-Scientific Issues**. Open University Press. Maidenhead: Estados Unidos, 2003.
- REIS, P.; GALVÃO, C. Os professores de ciências naturais e a discussão de controvérsias socio-científicas: dois casos distintos. **Revista Eletrônica de Enseñanza de la Ciencias**, v. 7, n. 3, pp. 746-772. 2008.
- SANTOS, M. L. Projetos didáticos: interdisciplinares e temáticos. In: CALDEIRA, A.M.A; ARAÚJO, E. S. N. N. (Org.). **Introdução à Didática da Biologia**. Escrituras. São Paulo: Brasil, 2009. pp. 206-220.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica: Uma revisão sobre suas funções para a construção do conceito de letramento científico como prática social. **Revista Brasileira de Educação**, v. 36, n. 12, pp. 474-492. 2007.
- SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Humanistic Science Education from Paulo Freire's 'Education as the Practice of Freedom' Perspective. In: **X International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) Symposium**, PR, Foz do Iguaçu. Proceedings, v. 2, pp. 641-649, 2002.
- SOMERS, M. Citizenship and the Place of the Public Sphere: Law, Community and Political Culture

in the Transition to Democracy. **American Sociological Review**, v. 58, n. 5, pp. 587-620. 1993.

TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. 4ed. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2004.

TAVOLARO, S. Para além de uma cidadania à brasileira: uma consideração crítica da produção sociológica nacional. **Revista de Sociologia e Política**, v. 17, n. 32, pp. 95-120. 2009.

TOTI, F; PIERSON, A.C.; SILVA, L. Diferentes perspectivas de cidadania presentes nas discussões

atuais em defesa da abordagem CTS na educação científica. **VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**. Anais. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Brasil, 2009.

VILANOVA, R. A Cidadania nos Livros Didáticos de Ciências: mudança discursiva, mediações e tensões na dinâmica de produção das coleções didáticas para a educação pública. 190p. Doctorado en Educación, Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil. 2011.





UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

Bogotá, Colombia

<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>



DOI: 10.14483/23464712.12280

Reseña

TÍTULO: CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO ESCOLAR EN CIENCIAS NATURALES A PARTIR DE PREGUNTAS: UNA EXPERIENCIA EN CONTEXTO RURAL

Leonardo Fabio Martínez Pérez¹

Datos básicos

Autor: Diana Fabiola Moreno Sierra

Editorial: U. Pedagógica Nacional

Año de publicación: 2009

Idioma: Español

Número de páginas: 158

ISBN: 9789588316772



Este libro hace parte del reconocimiento de la Fundación Francisca Radke al trabajo intelectual de estudiantes colombianos (para este caso, una producción de pregrado). La publicación constituye una versión mejorada y adaptada del trabajo de grado presentado por la autora, este tiene sus orígenes en la intervención de la práctica pedagógica en una institución de post-primaria en un municipio de Cundinamarca, formulando así un proyecto de investigación escolar con los estudiantes que se articula al Programa Ondas de Colciencias.

En un primer momento, la autora argumenta que existen programas propios para el sector rural. Sin embargo, son pocos los que promueven un interés por la ciencia como práctica social y cultural al mismo tiempo que articulan la valoración por el acto de preguntar y promover el conocimiento de sus contextos. De esta forma, identifica el uso de la pregunta en estudiantes y maestros como un ejercicio simplificador de la comprensión orientado a aspectos informativos y memorísticos o de evaluación, dejando de lado procesos de curiosidad, de

¹ Profesor Departamento de Química y DIE, Universidad Pedagógica Nacional. Grupo de investigación Alternancias. Correo electrónico: leopedagogicoupn@gmail.com

construcción de proyectos investigativos y como aspecto esencial para promover el conocimiento escolar.

Algunos referentes

Como parte de la fundamentación de este trabajo se discute la comprensión del ruralismo, atado al concepto de urbanismo, como una representación social que abarca las formas de proceder, unos métodos de trabajo, hábitos de pensamiento y concepciones de las personas. Ejemplo de esto son ciertas prácticas de autoconsumo del campesino que favorecen un mayor contacto con la tierra, así como las prácticas de monocultivo o de producción agrícola más avanzadas. El reconocimiento del contexto rural es determinante como parte de la dinámica en la cual tiene lugar el acto educativo. En este sentido, son bastante conocidos los diversos programas de educación rural promovidos por el Ministerio de Educación, entre ellos: Modelo Pedagógico Escuela Nueva, Aceleración del Aprendizaje, Post-primaria y Programa Cafam, cada uno con su respectiva conceptualización, dotación y respuesta a necesidades de este sector. Tal como el modelo de Post-primaria centrado en la propuesta de proyectos pedagógicos productivos.

Otro significado abordado en el texto es el conocimiento escolar en ciencias naturales y específicamente del conocimiento escolar según la propuesta del maestro Dino Segura, en la cual se reconoce la experiencia de los estudiantes de acuerdo a su contexto, la formulación de preguntas de los estudiantes y la búsqueda de explicaciones. Esto se articula con la propuesta de Zambrano sobre el conocimiento que enseña el docente y el cuestionamiento de si se debe limitar al conocimiento elaborado por una comunidad de especialistas.

Como aspecto final de esta fundamentación, se discute el papel de la pregunta en el conocimiento científico desde diferentes abordajes como el antropológico, sociológico y constructivista. Además de presentar una taxonomía de preguntas de diferentes autores que evidencian los niveles de complejidad

de esta para los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, se adopta la necesidad de una pedagogía de la pregunta diferente a una de la respuesta en la que generalmente el profesor responde y poco lleva a la elaboración de preguntas que promuevan la investigación de los estudiantes para involucrarse, por ejemplo, en el trabajo de proyectos.

Aspectos metodológicos

Se trata de una investigación cualitativa enmarcada en dos etapas. La primera caracterizó la propuesta pedagógica de la institución usando instrumentos de matrices de información y cuestionarios de aspectos generales y pedagógicos de la comunidad educativa. Es importante señalar que en este proceso se rastrea el uso de la pregunta como generador hacia el conocimiento escolar.

La segunda etapa consistió en la elaboración del proyecto Girando por el sol, buscando al girasol, propuesta de investigación de los estudiantes denle la cual se aborda, promueve y cualifica la pregunta.

La comunidad participante se constituye por los estudiantes y docentes de la institución rural ubicada en un municipio de Cundinamarca. El grupo de estudiantes es de secundaria y de un total de 10 estudiantes la mayoría son mujeres (siete).

Alcances de la propuesta investigativa

De forma sintética se pueden destacar algunos alcances de la primera etapa tales como:

A partir de la caracterización de la propuesta pedagógica de la institución se identifica una fortaleza en el desarrollo de proyectos pedagógicos productivos, coherente con la misión institucional de proponer una educación integral con gran sentido de pertenencia a la región. Algunos obstáculos responden al uso excesivo de reglamentación del Estado que no logra articularse con la misión y visión de la institución. Se identifica en el Proyecto Educativo Municipal el fomento de la pregunta como potencializador pedagógico.

Se resalta como parte de los aspectos generales de los estudiantes que la mayoría vive en veredas cercanas a la institución, sus familias se dedican a la agricultura y existe una representación positiva hacia el proceso educativo institucional, considerándolo como un elemento de superación personal; también manifiestan la importancia y emotividad de vivir en el campo, es decir, ser campesinos. Al indagar en los estudiantes sobre aspectos de percepción de la institución educativa se identifican valores cercanos al aprendizaje y el compañerismo. Sobre los proyectos productivos que se desarrollan en la institución los estudiantes demuestran interés, pues participan de forma activa y pueden aprender en otros escenarios externos al salón de clase.

Los docentes en su mayoría han recibido cursos de formación sobre los modelos pedagógicos rurales, aspecto importante para los desarrollos curriculares. Evidencian el poco uso de la pregunta y cuando lo hacen se refieren a aspectos como solucionar dudas, procesos de participación, escuchar opiniones o saber qué aprendieron.

De la segunda etapa que obedece a la elaboración y el desarrollo del proyecto Girando por el sol, buscando al girasol por parte del grupo de estudiantes se puede destacar:

La elaboración del proyecto obedeció a los intereses de los estudiantes a través de procesos de argumentación y consenso con el grupo, emerge así la importancia del reconocimiento de su entorno como posibilidad para el acto educativo. Además, se reflexiona sobre la acción de preguntar, la cual es una experiencia que para los estudiantes puede generar nervios o burla. Sin embargo, al mismo tiempo para algunos de ellos la pregunta emerge por curiosidad o interés. Es en este momento que se consolida el interés por el girasol, planta que es cultivada en la vereda y en la cual los estudiantes están vinculados en su proceso de producción.

Diversas son las actividades que se presentan en este apartado. Una de ellas es cómo a partir de la actividad del buzón de preguntas emergen diversas inquietudes sobre la semilla, los organismos

presentes en este cultivo, los colores, las sustancias que se utilizan en la siembra, el cuidado de este cultivo, etc. hasta consolidar la pregunta orientadora del proyecto de los estudiantes: ¿cómo mejorar el proceso de producción de girasol en la vereda El Hato?

El texto es rico en detalles sobre cómo se lleva a cabo el proceso investigativo, el logo del grupo, su respectivo nombre, el establecimiento de los objetivos por parte del grupo, los procesos de consulta de información, la elaboración de un mapa sobre las zonas de cultivo, diversas observaciones, entrevistas a la comunidad; todo lo anterior mediado por la construcción de preguntas, alternadas entre aquellas que solicitan información y aquellas que promueven el conocimiento. Por ejemplo: ¿cuál es el nombre científico del girasol? (información) y ¿cuál es la diferencia del girasol de nuestra vereda y del girasol de aceite? (conocimiento).

A su vez, este trabajo trasciende cuando los estudiantes, junto con la profesora en formación, realizan actividades de laboratorio o la lectura del empaque de las semillas abordando las preguntas ¿por qué la semilla del girasol producida en la vereda no es igual de buena a la importada? O ¿qué insectos atrae y aleja el girasol?, ¿por qué de un girasol seco no nace la semilla?, ¿por qué no nace antes de sembrarla, sin enterrarla en tierra, como la arveja, como el gladiolo o la cebolla?

Por último, en lo descrito se refleja que la oportunidad de viajar a Bogotá, visitar el Jardín Botánico y la Universidad Nacional, de reconocer los puestos de venta en la plaza de mercado, su producto, el girasol, es una inmersión del grupo en el proyecto y los procesos de conocimiento que se construyen. Datos tan interesantes como identificar la llegada del cultivo a la vereda, los procesos de rentabilidad de este producto, aspectos científicos como que no se trata de una flor sino de una inflorescencia, hasta los procesos de socialización como parte de su proceso investigativo, se constituyen en los hallazgos y reflexiones presentados por la autora.

Principales consideraciones finales

El trabajo evidencia la concepción de lo rural como una organización compleja, el reconocimiento de las condiciones particulares de este sector y, en especial, la posibilidad de articular los procesos

educativos a este entorno. Con la elaboración del proyecto por parte de los estudiantes y de la profesora en formación se identifica la pertinencia de potenciar la pregunta en el salón de clases y cómo a través de esta fomentar el conocimiento escolar, entre muchas otras que el texto nos invita a reflexionar.



EDITORIAL

La interfaz “formación de docentes - ejercicio de la docencia”
Silvia Stipcich

HISTORIAS DE VIDA

Entrevista a Roberto Nardi
Olga Castiblanco

ARTÍCULOS

Representaciones semióticas alrededor del concepto de función en estudiantes de ingeniería
Raúl Prada Núñez, César Augusto Hernández Suárez, Luis Alberto Jaimes Contreras

Aprendizagem de conceitos de astronomia no ensino fundamental: uma oficina didática em preparação para a OBA
Suelen Aparecida Felicetti, Isabel Cristina Miorando Luft, Marcos Leandro Ohse

Teoria das metas de realização em sala de aula e as possíveis influências nos padrões motivacionais para a aprendizagem da química em duas turmas do ensino médio
Denilson Mendes de Oliveira, Vinícius Catão

A presença do lúdico no ensino dos modelos atômicos e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem
Emerson de Lima Soares, Cátia Silene Carrazoni Lopes Viçosa, Marli Spat Taha, Vanderlei Folmer

Evolução biológica: ECO-EVO-DEVO na formação inicial de professores e pesquisadores
Thais Benetti de Oliveira, Fernanda da Rocha Brando, Ana Maria de Andrade Caldeira

El potencial de las aplicaciones educativas en el proceso de evaluación formativa
Mayara Lustosa de Oliveira, Thanuci Silva, Juan Carlos Vega Garzón, Eduardo Galembeck

Conteúdos ambientais no ensino de química: análise dos currículos, dos livros didáticos e matrizes de avaliação nacional no Brasil
Diana Lineth Parga Lozano

Valor nutricional dos alimentos: uma situação de estudo à contextualização e interdisciplinaridade no ensino de ciências
Marli Spat Taha, Alexandre de Souza Javorsky, Cátia Silene Carrazoni Lopes Viçosa, Emerson de Lima Soares, Maristela Cortez Sawitzki

Un recurso acerca de los hongos para el diálogo intercultural en la enseñanza de biología
Edilaine Almeida Oliveira Silva, Geilsa Costa Santos Baptista

Adaptación del instrumento metodológico de la representación del contenido (ReCo) al marco teórico del CTPC
Boris Fernando Candela

O ensino da biodiversidade: tendências e desafios nas experiências pedagógicas
Yonier Alexander Orozco Marín

Aprendizagem baseada em projetos e formação de professores: uma possibilidade de articulação entre as dimensões estratégica, humana e sócio-política da didática
Bruno Vicente Lippe Pasquarelli, Thais Benetti de Oliveira

RESEÑAS

Moreno Sierra, D. F. Construcción de conocimiento escolar en ciencias naturales a partir de preguntas: una experiencia en contexto rural
Leonardo Fabio Martínez Pérez

