

GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

VOL 11 • NÚM 1
ENERO - JUNIO DE 2016
e-ISSN: 2346-4712

VOL 11 • NÚM 1 • ENERO - JUNIO 2016 • e-ISSN: 2346-4712

GÓNDOLA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS





UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Revista Góndola
Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias
Volumen 11-Número 1
enero-junio de 2016

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

Jenny Jiménez

Diseño y diagramación

David Valero

Fotografía portada

Crédito: Marleny Tarquino. Descripción: niño midiendo la sombra en un reloj de sol.



**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*

M.sc. Angie D. González
Gestor Editorial

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Alvaro Chrispino
*CEFET/RJ Centro Federal de Educação Tecnológica
Celso Suckow da Fonseca (Rio e Janeiro), Brasil*

Dr. Eder Pires de Camargo
*Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira,
Brasil*

Dr. Roberto Nardi
*Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho, Faculdade de Ciências de Bauru,
Departamento de Educação, Brasil*

Dr. Edwin Germán García Arteaga
Universidad del Valle, Colombia

Dra. Silvia Stipchic
*Departamento de Formación Docente en el área
Didáctica de Física de la Universidad Nacional
del Centro de la Provincia de Buenos Aires,
Argentina*

COMITÉ EDITORIAL ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA

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

Mg. Renata Cristina Cabrera
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Mg. Daniele Cristina de Souza
*Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita
Filho, Brasil*

Dra. Fúlvia Eloá Maricato
Universidade Estadual de Maringá, Brasil

Mg. Job Antonio Garcia Ribeiro
*Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita
Filho - UNESP, Brasil*

COMITÉ EDITORIAL ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

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

COMITÉ EDITORIAL ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Mg. Jorge Luis Navarro Sánchez
Universidad Nacional de Entre Rios, Argentina

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

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

Dr. Gustavo Iachel
Universidade Estadual de Londrina, Brasil

Dra. Beatriz Saleme Corrêa Cortela
*Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita
Filho Bauru SP., Brasil*

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

COMITÉ EDITORIAL ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Dr. Daniel Fernando Bovolenta Ovigli
*Universidade Federal do Triângulo Mineiro
(UFTM), Brasil*

Dra. Viviane Clotilde da Silva
*Fundação Universidade Regional de Blumenau,
Brasil*

COMITÉ EDITORIAL ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Dra. Liz Mayoly Muñoz Albarracín
*Universidad Distrital Francisco José de Caldas,
Colombia*

Dr. Leonardo Fabio Martínez Pérez
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

COMITÉ EVALUADOR

Carlos David Laura Quispe
Universidad Federal de Rio Grande, Brasil

Dr. Diego Fabian Vizcaino
Colombia

Edval Rodrigues de Viveiros
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Brasil

Dr. Gustavo Iachel
Universidade Estadual de Londrina, Brasil

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

Mg. Job Antonio Garcia Ribeiro
Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho - UNESP, Brasil

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

Dra. Liz Mayoly Muñoz Albarracín
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia

Néstor Eduardo Camino
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina

Dra. Olga Lucía Castiblanco Abril
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia

Dr. Regis Alves Francisco
Instituto Federal de Educação Tecnológica do Ceará, Brasil

Rudolph dos Santos Gomes Pereira
Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil



Contenido

EDITORIAL

- Retos de la Enseñanza de la Astronomía en Latinoamérica 5
Nestor Camino, Roberto Nardi, Rosa Pedreros, Edwin García, Olga Castiblanco

HISTORIAS DE VIDA

- Entrevista Isabel Cristina de Castro Monteiro 7

ARTÍCULOS

- El uso de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física: una aplicación para el electromagnetismo 12
The use of history of science in physics teaching: an application for electromagnetism
María Andrea Perea, Laura María Buteler
- Possibilidades de se promover a necessidade de pertencimento em aulas de física 26
Possibilities to promote the need for relationship in physics classrooms
Luiz Clement, Nayra Luiza Carminatti, José Francisco Custódio, José de Pinho Alves Filho
- De la paideia griega y términos de la probabilidad 43
Greek paideia and terms of probability
Fernando Leon Parada
- Desenvolvimento de competências estatísticas: análise de um caso de ensino por investigação 55
Development of statistical skills: analysis of a investigation
Willian Damin, Guataçara dos Santos Junior, Rudolph dos Santos Gomes Pereira
- O céu noturno como cenário do tempo: uma possibilidade para o ensino de astronomia 70
The night sky as weather scenario: a possibility for astronomy education
Laryane Alves de Alcântara, Alessandra Alexandre Freixo
- O desempenho de alunos brasileiros e a avaliação pisa: alguns aspectos para discussão 86
The brazilian students' performance and the PISA assessment: some aspects for discussion
Andreia Freitas Zompero, Helenara Regina Samapio, Karen Mayara Vieira
- O desenvolvimento do argumento e o aprimoramento dos aspectos semânticos e pragmáticos da linguagem oral, mediante o ensino por investigação 100
The development of argument and improvement of semantic and pragmatic aspects of oral language by investigative
Wanessa H. Pickina Silva Suzuki, Andreia de Freitas Zompero
- O uso de pressupostos teóricos da teoria da aprendizagem significativa no estudo acerca de análise combinatória 117
The use of theoretical assumptions of the theory of meaningful learning in the study about análise combinatory
Wanderley Pivatto Brum, Isabel Regine Depiné Poffo
- Proposta de instrumento diagnóstico para fornecer indicativos acerca da compreensão dos conhecimentos biológicos e suas inter-relações 128
Proposition of diagnostic tool to provide indicatives about the understanding of biological knowledge and their interrelationships
Ana Maria De Andrade Caldeira, Paloma Rodrigues Siebert, André Luis Corrêa, Fernanda Aparecida, Meghioratti, Fernanda Da Rocha Brando, Fúlvia Eloá Maricato, Lourdes Aparecida Della Justina, Mariana Aparecida Bologna Soares De Andrade, Thais Benetti De Oliveira, Thais Gimenez Da Silva Augusto



EDITORIAL- V11, n°.1

Retos de la enseñanza de la astronomía en Latinoamérica

Néstor Camino¹

Roberto Nardi²

Rosa I. Pedreros M.³

Edwin G. García⁴

Olga Castiblanco⁵

El presente escrito obedece al resultado de la mesa redonda realizada en el marco de la II Escuela Latinoamericana de Enseñanza de las Ciencias y la Astronomía, desarrollada en la Universidad del Valle en mayo de 2016. Allí dialogamos sobre el sentido de enseñar astronomía en los diferentes niveles educativos, sobre la relación que existe entre la manera de entenderla y la manera en que se enseña y sobre el impacto de su aprendizaje en la transformación social.

En general, podemos decir que el aprendizaje de la astronomía cobra gran valor cuando se piensa en la posibilidad que ofrece a las personas de posicionarse de manera crítica frente al mundo, lo cual aplica para niños, jóvenes y adultos. Dado que todos vivimos una cotidianidad entre la tierra y el cielo, todos los días experimentamos eventos relacionados con los conocimientos de la astronomía, el cielo cambia de forma y de color con el pasar de las horas, existen los horarios, las estaciones, las noticias sobre el sistema solar, los agujeros negros, la forma del espacio, los eclipses; en fin, hay un conjunto de vivencias e informaciones que todos compartimos inclusive sin necesidad de ir a la escuela. Por tanto, en muchos casos de enseñanza de la astronomía no se trata de replicar teorías y explicaciones elaboradas sino de enseñar a reconocer el mundo y a construir explicaciones entorno a él. Reconociendo que los modelos explicativos ya elaborados tienen sentido en sus contextos de producción y se constituyen en fuentes de conocimiento e información a la hora de pensar la Astronomía y su enseñanza.

Partiendo de la base de que los conceptos de la astronomía son enseñables en todos los niveles educativos y ámbitos socioculturales, se pone de presente el desafío sobre cómo formar profesores para que la enseñen en diversos niveles. Dado que los conceptos a desarrollar y el lenguaje mediante el cual se habla de los conceptos, debe ser adecuado al tratar la astronomía en ámbitos de educación formal o informal, frente al público infantil, juvenil o de adultos en formación universitaria o en cursos de formación complementaria y con personas que requieren condiciones específicas para la enseñanza y el aprendizaje.

-
1. Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan Bosco", Esquel-Argentina. E-mail: nestor.camino@speedy.com.ar
 2. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Bauru-SP-Brasil. E-mail: nardi@fc.unesp.br
 3. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá-Colombia. E-mail: rosapedreros@yahoo.com
 4. Universidad del Valle, Cali- Colombia. E-mail: edwingermangarcia@hotmail.com
 5. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia. E-mail: olcastiblanco@udistrital.edu.co

Este aspecto también apunta a la necesidad de que exista cada vez una mayor articulación entre las propuestas de enseñanza gestadas al interior de las escuelas y colegios con las propuestas producidas en los espacios universitarios y grupos de investigación en la enseñanza de la misma, y a su vez con las propuestas hechas en los planetarios y clubes de astronomía.

Es necesario un diálogo de saberes y, sobre todo, un accionar coordinado que apunte a optimizar el impacto del aprendizaje de la astronomía más allá de la adquisición de datos curiosos o informaciones interesantes, hacia la formación de una identidad cultural. Esto se logra, entre otras, con base en el respeto por las concepciones sobre astronomía de las diversas culturas y la difusión de la forma en que las culturas originarias de nuestra América se relacionaron con el cielo, lo que no solo contribuye a comprender otras visiones de mundo sino que además nos ubica como pares con aquellos que nos antecedieron en la Historia, en un pie de igualdad existencial con relación al Universo.

También es necesario romper con ideas desde el sentido común sobre lo que es astronomía. Por ejemplo, la convicción de que para aprenderla se requiere necesariamente un telescopio, o que las posibilidades de formular nuevas explicaciones sobre el funcionamiento del Universo son mínimas, o que las ideas de los niños siempre están equivocadas, o que es posible hablar de conceptos *puros* de la Astronomía sin reconocer las estrechas relaciones con disciplinas como Biología, Química, Física, entre otras.

La Astronomía ha sido una disciplina tan antigua como el hombre. Sin embargo, cuando se configuran en los tiempos modernos las disciplinas de enseñanza, ella parece no tener una ubicación en el contexto de la educación formal. Aspectos astronómicos suelen estar presentados en la enseñanza de la Física como ejemplo de los modelos teóricos y explicativos de esta ciencia, pero sin una identidad que le permita expresarse por su propia cuenta.

El geocentrismo, el heliocentrismo, la gravitación universal, la teoría de la relatividad e incluso la mecánica cuántica suelen dar cuenta de fenómenos astronómicos, desde modelos teóricos establecidos. Sin embargo, cuando hacemos una revisión más juiciosa de los fenómenos asociados a la astronomía, encontramos una cantidad de ellos que no son abordados ni tratados en las clases de Física: los solsticios y los equinoccios, ¿por qué hay días más largos?, las alineaciones planetarias, las conjunciones planetarias, los eclipses totales y parciales, los meteoritos y los cometas, por ejemplo.. En fin, debemos reconocer la necesidad y pertinencia del conocimiento astronómico como disciplina e impulsar su enseñanza a la sociedad a través de los sistemas educativos formales y no formales.

La enseñanza de la Astronomía es una actividad cultural de construcción de explicaciones, que relaciona cosmovisiones y que va más allá de ver objetos a través del telescopio. Ella permite, por ejemplo, analizar problemáticas de la humanidad como la basura espacial, generar diálogos entre diferentes culturas sobre el cielo que ven, comprender el fenómeno de las estaciones desde diferentes puntos del planeta, pensar en las posibilidades reales de otras civilizaciones en el universo, entre otros; pero, sobre todo, permite aprender a ser humildes y reconocernos como parte de un gran sistema.



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>



ENTREVISTA ISABEL CRISTINA DE CASTRO MONTEIRO

Olga Lucía Castiblanco
Isabel Cristina de Castro Monteiro

Entrevista realizada el 21 Mayo de 2016

Revista Góndola Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias.



Figura: Doctora Isabel Cristina de Castro Monteiro

IC: Dra. Isabel Cristina de Castro Monteiro, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

OC: Dra. Olga Lucía Castiblanco, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

OC: Buenos días profesora Isabel. En primer lugar agradecemos su participación en esta revista en la sección historias de vida, que tiene la finalidad de permitir que nuestros lectores conozcan relatos de los investigadores del área. Por eso, para empezar nos gustaría saber por qué hoy se encuentra dedicada a este campo de investigación.

IC: Bien, gracias a ustedes por la invitación. Quisiera empezar contando que, cuando hice el pregrado en Física, siempre me gustó mucho la matemática y realmente se esperaba que yo fuera para estudios de posgrado en física aplicada o algo así, porque tenía facilidad para aquel manejo de la matemática. Pero tuve la suerte de encontrarme con la profesora Tânia Azevedo en un curso de iniciación. Ella me presentó un proyecto en el área de enseñanza de la física para niños en una zona rural de mi ciudad, en donde yo tendría que ir a analizar y discutir cómo es que los niños más pequeños pensaban este concepto. Cuando me vi ya en aquella zona con unos niños motivados y felices, porque querían aprender aquello, me di cuenta que yo quería trabajar en esto. Quería enseñar física de la mejor manera posible, entonces hice mi pregrado con esa orientación. Después de esto tuve la oportunidad de conocer al profesor Gaspar, que trabajaba con juguetes científicos en la parte de museos y centros de ciencias, entonces me encanté y me gustó esa relación de la experimentación y la enseñanza para los niños. De manera que, cuando terminé el pregrado, ya tenía claro que quería hacer la maestría y el doctorado en enseñanza de la física.

OC: ¿En dónde realizó sus estudios de posgrado?

IC: Yo vivo en una ciudad a dos horas de Sao Paulo, así que o trabajaba en la mañana en un colegio y luego viajaba dos horas para hacer la maestría en la Universidade de Sao Paulo, después volvía en la noche y así. Pero solo pude aguantar ese ritmo hasta que quedé en embarazo, ahí ya no podía seguir. Entonces tuve que parar dos años, luego nació mi primera hija y luego busqué una nueva

oportunidad en la UNESP de Bauru, ya a 600 kilómetros de distancia; posteriormente conseguí una licencia y me fui a vivir en Bauru para terminar el posgrado en Educación para la Ciencia. Ya para la época yo ejercía y en clase me la pasaba pensando.... ¿cómo voy a hacer para mejorar mis clases? Pensaba cómo podría hacer una diferencia con lo tradicional y siempre tenía muchas preguntas.

OC: Y me imagino que fue a buscar las respuestas en el posgrado.

IC: Exacto, pero no respondí todas las preguntas. Allí me surgieron más, me quedaba siempre pensando cómo resolver situaciones. Al terminar la maestría había gastado un tiempo pensando sobre el uso de equipos experimentales para demostraciones en la clase, era algo que yo veía que era importante en la clase y que a mis alumnos les gustaba ya que percibía una respuesta positiva a los planteamientos de la clase y observada las emociones que allí surgían. Pero mi orientador, el profesor Gaspar, me dijo: “no vamos a pensar en emociones, vamos a analizar solamente lo que corresponde al diseño experimental”.

OC: ¿Y entonces desobedeció?

IC: No, en la maestría yo tuve que obedecer y fue bueno. Pero en el doctorado uno es más arriesgado y más autónomo; y aún siendo el mismo orientador lo convencí de que nos centráramos en el análisis de las emociones, porque como profesora yo siento emociones en la clase y quería estudiar más sobre las emociones de los alumnos frente a la diversidad de las actividades. Me parecía que era importante una buena aula expositiva, pero también con actividades experimentales, con momentos de lectura, de demostraciones, en fin. Hay un conjunto de actividades que hace que los estudiantes estén más atentos y participativos. Cuando terminé el doctorado ya entré a dar clase en la Facultad también tenía tiempo parcial en educación media, lo que me permitía comparar. Ahí, después de unos

5 años, me dediqué exclusivamente a la facultad. Pero aún continué trabajando bastante en formación continuada de profesores, tanto licenciados en física como en matemática, pedagogos y otras áreas. Pero me gusta especialmente lo que tiene que ver con niños, porque ellos son siempre muy espontáneos y quieren aprender, en cambio cuando uno va a la educación media ellos ya perdieron un poco eso.

OC: Ya tienen miedos y les da pena no saber.

IC: Sí y ya no tienen tanto interés y me parece que la educación debe prestar más atención a esta situación porque esta actitud es una gran dificultad en general para toda la enseñanza. Por ejemplo, esa reflexión, ese análisis sobre ¿quién es mi alumno?, ¿qué pasa con él (ella)?, ¿cuáles son las variables que intervienen en la enseñanza? Hay variables relacionadas con la disciplina que uno enseña, pero también están las variables de los alumnos, las variables de la comunidad escolar, la variable de la estructura y administración de la escuela. Entonces todas deben ser consideradas y al momento de hacer investigación es necesario tomar algunas posturas en relación a todas esas variables y debemos reflexionar sobre todas esas relaciones.

OC: ¿En su postdoctorado continuó con la misma línea?

IC: Sí, allí tuve la oportunidad de trabajar con el profesor Villani en la Universidad de Sao Paulo, que trabajaba en el área del psicoanálisis. Uno de los trabajos de él que me llamó la atención fue uno con Elizabet Baroli, en donde realizaban actividades de laboratorio y observaban el movimiento de los alumnos durante las actividades y cómo era que uno de los alumnos acababa siendo el líder del grupo. Estudiaban todo esto desde el psicoanálisis, entonces el profesor Villani encontró buena la idea de trabajar analizando las emociones y trabajamos seis meses en este tema.

OC: A mi me pareció ese tema muy... ¡osado! Por

eso me llamó la atención y quise saber un poco más. Porque aun cuando todo mundo sabe que en un salón de clase circulan muchas emociones y se tornan definitivas en algunos momentos, tanto para el profesor que muchas veces puede sentirse bravo, feliz, triste, emocionado o frustrado con la clase que dio, como para el alumno que antes, durante o después de la clase se manifiesta ante el profesor por medio de sus emociones. Pareciera que no es un tema serio para ser discutido y analizado, porque el objetivo central de la enseñanza es el concepto y parece que lo importante es que los conceptos se presenten bien, pero no interesa bajo qué tipo de interacción. Por eso me parece que este tipo de análisis debe posicionarse mucho más en las investigaciones de este campo en el mundo. Entonces me gustaría saber cuál es su proyección sobre el impacto que la investigación en este tema puede tener en los futuros desarrollos para la mejora de la enseñanza.

IC: La investigación sobre las emociones es realmente una osadía. En general cuando uno investiga la enseñanza tiene que tomar ciertas decisiones para acotar el objeto de estudio. En este caso la investigación con emociones trae una dificultad extra porque es difícil observar y “medir las emociones.

OC: Además, si es en una clase de física, me imagino que aparecen algunas diferencias con clases de otras disciplinas.

IC: Pienso que en las clases de las ciencias exactas es más difícil hacer esas medidas. Los instrumentos de medida que he utilizado son la observación al alumno y la observación que el profesor hace del alumno. No encontré otros instrumentos posibles para esa toma de datos. Ya leí algunos trabajos que tratan sobre las emociones y que usan indicadores como: cuánto sudan las manos de la persona, o cuán rápido late el corazón, pero es muy difícil de hacer en una clase. Yo estoy siempre investigando es directamente en el aula y generalmente actúo dentro del aula, que es una discusión vigente hoy en el

área de investigadores, porque algunos consideran que no debemos auto investigarnos sino que siempre debe haber alguien observando al otro y yo ya hice esto varias veces. Ahora pienso que el primer paso para el desarrollo de mi investigación sobre emociones está relacionada con lo que yo siento como profesora en la clase y cómo me relaciono con las emociones de los alumnos, sus intenciones de participar mas o menos, y ahí uno puede levantar algunas hipótesis sobre por qué razón ocurre esto. Por ejemplo, en física, si uno va a trabajar solamente con resolución de problemas y la única intención es que aprendan a resolver problemas, pues ahí es muy complicado observar emociones porque viene el inconveniente de cuánto tiempo va a querer el alumno estar en esta condición. Particularmente manejo bien la matemática, pero no a todos los alumnos les gusta esto y qué bien que todos seamos diferentes y tenemos diferentes perfiles y diferentes maneras de aprender lo mismo. Algunos alumnos prefieren resolver problemas y eso es muy bueno, pero tengo otros que tienen grandes habilidades para el análisis, la lectura, en fin. Es necesario analizar esas diferencias y estar atento a lo que ocurre.

OC: Por mi experiencia tengo la impresión de que muchos profesores producen ciertas emociones a partir de su mismo estilo de enseñanza. Por ejemplo, por la misma visión de naturaleza de la ciencia que tienen o por la misma cuestión de género, o por la concepción que tienen sobre lo que es enseñar y/o aprender física. Esto hace que prácticamente es particular para cada profesor el tipo de emociones que despierta y, por tanto, se requiere que cada profesor haga su propia investigación, o ha encontrado algunos lineamientos generales de comportamiento.

IC: Pues, cuando mis alumnos de licenciatura en física empiezan el primer año en la primera clase, parece que tienen en mente la misma idea que yo tenía cuando hice el pregrado. De que se trata de aprender a dar clase de física y que siempre va a salir bien porque si prepara una excelente clase entonces saldrá bien. Yo siempre les digo que esa

ecuación no tiene una única solución. Ella depende de muchas variables: de la comunidad a quien le está dando clase, del momento, del asunto, entonces si me pregunta si ¿cada profesor tiene que hacer su propia investigación sobre las emociones que despierta? No, existen algunas indicaciones generales para el proceso interactivo, para las emociones. Es claro que va a tener algunas variaciones, pero la investigación nos ayuda inclusive a saber cómo hacer esas observaciones, en general, si uno va a dar clase de física y trata a los alumnos con algún tipo de desprecio, o si lo cohibo, pues eso no trae una emoción positiva para el aprendizaje.

OC: Ni en física, ni en nada.

IC: Sí, esa es una indicación general. El profesor debe estar atento a esa situación y requiere que se haga esa reflexión. A veces el profesor no ve esto, a veces llega a dar clase y no ha tenido un momento para pensar sobre la clase. Yo creo que cuando uno hace esa observación a los profesores y a los alumnos ellos se ponen más atentos a estas cuestiones.

OC: Uno de los temas que también se discute hoy en la comunidad académica es la desarticulación que existe entre disciplinas como psicología, historia y epistemología con las disciplinas de pedagogía y didáctica. Muchas veces, por ejemplo, el curso de psicología se enseña desde sus teorías sin relación con la didáctica y también en un curso de didáctica no se hace uso de esas teorías para producir un nuevo conocimiento sobre la enseñanza. ¿Cómo sugiere que se pueda hacer esa articulación entre unas y otras disciplinas? Para fortalecer, por ejemplo, el tema de investigación sobre las emociones, para una formación de profesores más completa.

IC: Hacer algún tipo de interdisciplinariedad es una dificultad que existe. La psicología de la educación tiene un conjunto de conocimientos y contenidos que deben ser discutidos, pero pocas veces uno hace esos movimientos para hacer articulaciones de contenidos entre profesores. Yo doy clase de

psicología de la educación y muchas veces uno se pierde en ese movimiento porque acaba haciendo algunos énfasis sobre el campo, pero no llega a la articulación; eso pasa también en las disciplinas de física...

OC: De historia, de epistemología.

IC: Eso siempre pasa. Me parece que el mejor movimiento que podríamos hacer en las facultades sería lograr que los profesores trabajaran en equipos, que hubiese momentos de discusión y de planeación conjunta. Creo que eso mejoraría mucho la formación de los alumnos, pero eso aún no ocurre y es necesario hacerlo.

OC: El profesor necesita ampliar sus campos de acción y de discusión dentro de las facultades.

IC: Muchas veces uno sigue un contenido porque está en un libro importante, traducido, que viene de contextos diferentes con perspectivas culturales diferentes. Entonces necesitamos trabajar en esto, no para despreciar y no usar por prejuicio, sino para analizar y articular adecuadamente, en especial en los pregrados.

OC: Ya para terminar, quisiera preguntarle así, imaginando cosas, ¿cuál cree que serían los aspectos más importantes que deberían ser considerados

para iniciar los cursos de formación de profesores? IC: Pues, si yo pudiera organizar un curso así idealizado en mi cabeza, creo que los alumnos deberían empezar teniendo contacto con algunos grupos de discusión o de investigación en las facultades. Me parece que los estudiantes que ingresan necesitan encontrarse en pequeños grupos, por ejemplo, con alumnos más avanzados y profesores que les permitan afianzar sus conocimientos o preguntar o discutir sobre sus intereses para que ellos puedan establecer vínculos entre sí y también con el conocimiento. Que les den confianza y que vean que hay habilidades diferentes para el aprendizaje y que todos tienen oportunidades. En mi curso ideal, el alumno empezaría con cursos que incentiven el trabajo en grupo, las discusiones sobre diversos contenidos de la física, sobre la relación ciencia, tecnología y sociedad, sobre lenguaje en la ciencia y otros que creen vínculos con el conocimiento y que les permita encontrar sentido luego a lo que deberán estudiar sobre la física y matemática en sí. También es necesario no exagerar con el uso de las matemáticas en la física, es necesario encontrar un punto de equilibrio.

OC: Muy bien, me gusta esa idea. Muchas gracias por sus contribuciones y le deseamos éxitos en la proyección de esta importante investigación.

IC: Gracias a ustedes.





EL USO DE LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA: UNA APLICACIÓN PARA EL ELECTROMAGNETISMO

María Andrea Perea¹
Laura María Buteler²

Para citar como este artículo: Perea, M.A. y Buteler, L.M. (2016). El uso de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física: una aplicación para el electromagnetismo. *Góndola, Enseñ Aprendiz Cienc*, 11(1), 12-25. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a1

Recibido: 21 de abril 2015 / Aceptado: 20 de abril de 2016

Resumen

En este trabajo se presenta una revisión de propuestas para la utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza, a las cuales agrupamos de acuerdo a las finalidades que persiguen: evocar descubrimientos; resaltar la dimensión humana de las ciencias mediante el aporte de grandes científicos; enseñar los procesos científicos; detectar las preconcepciones de los estudiantes y enseñar conceptos; y destacar las bases socio-culturales de las ideas y de la investigación científica. Discutimos por qué consideramos que este último enfoque engloba a los demás y elaboramos lineamientos generales para la incorporación de la HC en un caso concreto del campo electromagnético. Nuestra propuesta se enfoca en la controversia entre *Acción a distancia vs. Campo* y está elaborada en base a experimentos cruciales realizados por Heinrich Hertz.

Palabras claves: historia de las ciencias, enseñanza de las ciencias, campo electromagnético, enfoque socio-cultural.

-
1. Instituto de Física Enrique Gaviola. Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Universidad Nacional de Córdoba. andraperea77@gmail.com.
 2. Instituto de Física Enrique Gaviola. Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Universidad Nacional de Córdoba. lbuteler@famaf.unc.edu.ar.

Abstract

The present is a revision of different proposals that utilize History of Science in teaching. They have been grouped according to the purpose they pursue: to evoke discoveries, to highlight the human aspect of Science through the contributions of renamed scientists, to teach the processes of scientific construction, to detect students' preconceptions and teach concepts, and to highlight the socio-cultural basis of scientific ideas and research. We discuss why we consider that this last aspect includes the other ones, and elaborate general guidelines for the use of HC in a particular case dealing with electromagnetic field. Our proposal is focused on the controversy between "action-at-a-distance" and "field", and is elaborated on the basis of key experiments carried out by Heinrich Hertz.

Keywords: history of science, science teaching, electromagnetic field, socio-cultural approach.

Introducción

Debido a la creciente desmotivación por parte de los estudiantes de nivel secundario los docentes debemos diseñar permanentemente estrategias didácticas para lograr captar su atención, en primer lugar, y provocar así condiciones favorables para el aprendizaje. Una adecuada implementación de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física permitiría a los docentes no solo motivar a sus estudiantes, sino también facilitar a los mismos una comprensión más profunda de los contenidos, de los procesos de la ciencia, de los factores que influyen en el desarrollo de las investigaciones científicas (económicos, sociales, culturales, morales, etc.) y de la dimensión humana de la misma. Hoy existe suficiente consenso entre la comunidad de educadores e investigadores en la educación científica de que sería imposible que los estudiantes se apropiaran de una visión dinámica y humana de la ciencia sin incorporar la historia de la misma en el diseño curricular

La historia de las ciencias ha adquirido cada vez más importancia en la enseñanza de diversas áreas del conocimiento científico. Si bien esto es

aceptado tanto por educadores como por científicos e historiadores, es probable que le den significados muy diferentes entre sí y que existan grandes controversias al respecto.

Por ejemplo, S. G. Brush (1989) afirma que el significado que los educadores dan a la historia de las ciencias muchas veces difiere de lo que los filósofos e historiadores piensan. Dicho autor menciona en su artículo el caso de un material educativo en el que se critica el uso de la historia de las ciencias en la enseñanza, alegando que termina resultando monótono el hecho de repetir uno a uno todos los procesos de los científicos y realizar solo algunas pocas demostraciones.

Acordamos con L. M. Iparraguirre (2007) en que más allá de las probables controversias es indiscutible que mientras se considere favorable plantear los contenidos para la enseñanza con cierto grado de problematización la historia de las ciencias resulta ser una especie de espacio ideal. En ella podemos hallar a los conceptos, de una manera más directa, cuando estos están emergiendo de los mismos problemas que les dieron origen.

Además, en los mismos diseños curriculares de la escuela secundaria y en de los profesorados de ciencias, la historia de las ciencias aparece como un contenido transversal a los contenidos disciplinares. A modo de ejemplo, podemos citar el diseño curricular de educación secundaria de la Provincia de Córdoba (período 2012-2015), en particular al correspondiente a la orientación Ciencias Naturales. En este se establece que una de finalidades formativas de la física como espacio curricular consiste en:

[...] promover el reconocimiento y la valoración de los aportes de la Física a la sociedad a lo largo de la historia, comprendiendo el conocimiento físico como una construcción histórico-social de carácter provisorio que permite el desarrollo de una posición crítica, ética y constructiva en relación con el avance de conocimientos científicos - tecnológicos y su impacto sobre la calidad de vida. (Bono, L. C., Diseño curricular de Educación Secundaria, tomo 4, pág. 92).

Entonces, como existen tanto requerimientos curriculares para introducir la historia de las ciencias en la enseñanza como numerosas posiciones a favor de su implementación (ya sea la de los propios docentes, los investigadores o los historiadores), consideramos pertinente sugerir ciertos lineamientos que permitan diseñar una propuesta didáctica adecuada para ello. Inicialmente, realizamos una revisión bibliográfica de propuestas ya existentes, prestando especial atención a sus fundamentos, objetivos, metodologías y resultados obtenidos (para el caso en las que se conoce que han sido aplicadas en la práctica).

La historia como herramienta para la enseñanza de las ciencias. Una revisión

La importancia que ha adquirido el uso de la historia de las ciencias en el aula se ha visto reflejada por la diversidad de formas en la que se la ha aplicado: como una introducción para algún tema o concepto en particular, como un criterio a partir del cual se

organiza la unidad didáctica, a manera de ilustración de un contenido, como una forma de motivar a los estudiantes, a modo de temática que sea objeto de una investigación bibliográfica, como generador de discusiones sobre las teorías científicas y facilitar así la comprensión de la evolución de un concepto científico, para analizar la forma de construcción de la ciencia, para detectar las preconcepciones de los estudiantes, entre otras.

A continuación, presentamos una categorización que agrupa a varias de las distintas investigaciones y aplicaciones que, en distintas partes del mundo, se han realizado hasta el momento sobre el uso de la historia de las ciencias en la enseñanza. Dicha categorización ha sido elaborada considerando los fines que cada propuesta persigue, sin embargo, cabe aclarar que algunos de los trabajos citados corresponderían a más de una de las categorías, aunque se los ha colocado en la que consideramos que más se destacaba.

Evocar descubrimientos y resaltar la dimensión humana de las ciencias mediante el aporte de grandes científicos

Probablemente el uso más común de la historia de las ciencias en la enseñanza tiene como objetivo remarcar algunos descubrimientos históricos y a grandes científicos. A partir de este enfoque la ciencia cobra una imagen más humana, pues se conectan conocimientos científicos con nombres específicos, rostros, épocas y lugares. El mito, la biografía, la leyenda y, sobre todo, la anécdota, son los recursos que usualmente utilizan los profesores para incluir la historia de las ciencias en sus clases.

Un ejemplo de esto es el trabajo realizado por F. Martínez Navarro y E. Repetto Jiménez (2002a) en el cual proponen presentar los contenidos a partir de las figuras de los científicos que los desarrollaron, mediante sus biografías. Ellos consideran que así se pone de manifiesto la dimensión humana de la ciencia.

Otra propuesta que corresponde a esta categoría es la presentada por M. Delgado Bermejo et al. (2002) a través de la cual se pretende colaborar en la recuperación del papel que desempeñaron, las mujeres en la ciencia y en la tecnología a lo largo de las diferentes épocas históricas e introducirlas en las actividades planificadas para ser implementadas en el aula. En particular, los autores citan a algunas científicas, además de Marie Curie, que han recibido el premio Nobel como por ejemplo Rosalyn Yallow (fisiología o medicina, 1977) y Dorothy Crowfoot Hodgkin (química, 1964); y a otras que a pesar de no haber sido premiadas se han destacado por sus contribuciones a la ciencia como Lise Meitner (física) y Marie Lavoisier (química).

Enseñar los procesos de las ciencias

J. Solbes y M. J. Traver (1996) estudiaron el uso de la historia de las ciencias en la enseñanza y a partir de allí propusieron una metodología a la cual se podrían adherir los profesores de ciencias. Su propuesta consiste en tratar de clarificar qué papeles puede jugar la historia de las ciencias en la enseñanza de las mismas, de acuerdo con el *modelo de enseñanza-aprendizaje por investigación*, y elaborar así materiales didácticos coherentes con la propuesta. Los autores sugieren elaborar y someter a análisis a un gran y variado catálogo de actividades de claro contenido y enfoque histórico destinados al trabajo en el aula. Su intención no es solo que los docentes lo utilicen como material complementario, sino también como parte sustancial del hilo conductor de los contenidos abordados en la enseñanza de las ciencias.

En una línea similar, F. Martínez Navarro y E. Repetto Jiménez (2002b) han sugerido una metodología que consiste en organizar los contenidos de manera tal que involucren a la naturaleza de las ciencias y la del trabajo científico, así como también las aplicaciones de las ciencias y las implicaciones sociales de las mismas. Esto permitiría construir un cuerpo coherente de conocimientos y fomentaría

tanto la familiarización con la metodología científica como las actitudes positivas hacia las ciencias y su aprendizaje.

V. Guridi e I. Arriaseq (2004) apuntan más bien a tratar de lograr que los estudiantes sean más conscientes de los contenidos que se abordan, es decir, comprender lo que el concepto significa, por qué y cómo surgió, en qué condiciones, entre otros. Las autoras sostienen que de esta manera se los podría incorporar en forma funcional en las clases y no solo cuando el tema "se preste para esto". Sugieren una planificación en la cual la historia de las ciencias y la física interactúen permanentemente. Uno de los principales objetivos para incorporar la historia de las ciencias en la enseñanza consiste en poner en contacto a los estudiantes con una visión contextualizada de la física. Las autoras consideran que, de esta manera, se pueden erradicar las visiones *simplistas* y utópicas que pueden tener nuestros estudiantes sobre la metodología científica. La propuesta concreta que estas presentan pretende *reconstruir* cómo se fue dando la evolución histórica en lo que respecta a los modelos atómicos, comenzando con el descubrimiento de las primeras partículas subatómicas y continuando así hasta el modelo atómico postulado por Bohr.

L. M. Iparraguirre (2007) considera que no es conveniente que los estudiantes se acostumbren a aprender solo los conceptos aislados, desvinculados del proceso por el cuál surgieron o de las aplicaciones concretas que estos puedan tener. Por ello, el autor considera relevante que estos estén en contacto tanto con los problemas que originaron aparición del concepto como con los distintos procesos que se llevaron a cabo durante la búsqueda de una solución. Básicamente, L. M. Iparraguirre (2007) pretende de esta manera promover aprendizajes activos y problematizadores. Su propuesta concreta corresponde a conceptos de la óptica. Introduce elementos históricos, con el fin de orientar la evolución de los distintos conceptos tratados en la clase, teniendo siempre en mente cómo fue dicha evolución a lo largo de la historia.

En estos trabajos se destaca por sobre todo el uso de la historia de las ciencias para enseñar ciencias y concientizar al mismo tiempo a los estudiantes sobre lo que es y lo que significa la metodología de investigación científica, cómo son los procesos de la ciencia, la no-linealidad de los mismos, cómo va evolucionando el conocimiento, etc.

Detectar las preconcepciones de los estudiantes y enseñar conceptos

Como resultado del estudio de las preconcepciones de los estudiantes, se han descubierto algunos paralelismos entre las ideas de los estudiantes y las de los científicos del pasado (Bizzo, N. M. V., 1993). Por lo tanto, se considera que abordar la historia, incluyendo argumentaciones de teorías competitivas contra ciertas visiones, puede facilitar la reconsideración de las preconcepciones y superarlas, usando los materiales históricos como un soporte necesario. Sin embargo, cabe mencionar que J. Piaget y R. García (1987; citado en Bizzo, N. M. V., 1993), quienes supuestamente fueron los principales precursores de la exploración sobre estos paralelismos entre la construcción del conocimiento a lo largo de la historia de la humanidad y en la mente del estudiante, fueron muy cautelosos en abordar la cuestión. Dicho en sus palabras:

[...] este objetivo no es, en modo alguno, poner en correspondencia las sucesiones de la naturaleza histórica con aquellas que revelan los análisis psicogenéticos, destacando los contenidos. Se trata por el contrario, de un objetivo enteramente diferente: mostrar que los mecanismos de pasaje de un período histórico al siguiente son análogos a los del pasaje de un estadio psicogenético al siguiente. (Piaget, J; García, R., 1982, pg. 33)

Como un caso particular correspondiente a la detección de preconcepciones, podemos mencionar la posición de M. R. Matthews (1989) al respecto. Dicho autor sostiene que:

La comprensión de los obstáculos para el desarrollo de la historia de la ciencia puede en cierta medida arrojar luz sobre los problemas en el aprendizaje individual... Lo que se sugiere es que la historia de la ciencia nos permite comprender mejor lo que son las concepciones actuales, y que el conocimiento de los "obstáculos epistemológicos" en el desarrollo de la ciencia puede iluminar problemas similares en el aprendizaje individual. Aprender en donde las grandes mentes tenían dificultades orienta al profesor hacia donde las mentes inferiores también pueden tener dificultades. (Matthews, M. R., 1989, pg. 9. Traducido del inglés)

En un trabajo presentado por R. Gagliardi y A. Giordan (1986) se muestra un ejemplo de cómo utilizar la historia de las ciencias para superar ciertos obstáculos epistemológicos que se presentan a los estudiantes en biología con respecto a la noción de especie. La propuesta se basa en la discusión sobre la construcción del concepto de especie por medio de un análisis de etapas previas de la ciencia y al mismo tiempo en valorizar la construcción de conocimientos que se ha realizado fuera de las instituciones científicas. Utilizan la historia de la biología como herramienta para definir los conceptos estructurantes, es decir, aquellos que al ser construidos por el alumno determinan una transformación en su sistema cognitivo, lo que permite incorporar nuevos conocimientos. Por otro lado, en lugar de presentar la citología o la fisiología como verdades, sugieren indicar los inconvenientes que se presentaron para desarrollarlas, las trabas conceptuales y los obstáculos que fue necesario superar. Pretenden, además, que la historia de las ciencias no solo sea una parte integrante de la enseñanza, sino que permita la introducción de una clase de discusión sobre los mecanismos de producción del conocimiento. La ciencia pasaría a ser una institución que produce ciertos resultados que es necesario controlar y que deben ser patrimonio de toda la población (Gagliardi, R., Giordan, A., 1986).

Los episodios históricos muestran cómo pueden surgir ideas específicas dados ciertos recursos

conceptuales, preguntas y la oportunidad de investigar. Es decir, los estudiantes pueden aprender a través de la simulación histórica. Una estrategia de este tipo consiste en que los estudiantes se involucren en diálogos imaginarios basados en figuras históricas. Cuando los alumnos se sitúan ellos mismos históricamente para responder preguntas, pueden involucrarse aún más al sentirse dueños tanto de los problemas como de las soluciones resultantes. Por ejemplo, cuando los estudiantes presencian o incluso participan en diálogos dramatizados históricos en el aula entre Aristóteles, Newton y Galileo, consiguen reconocer sus propias preconcepciones expresadas en las palabras de estos tres científicos famosos y son guiados, a través del debate, a la teoría científica actual sobre el movimiento (Lockhead, J., Dufresne, R., 1989; Solomón, J., 1989).

Destacar las bases culturales de las ideas y de la investigación, mediante un enfoque socio-cultural

K. Malamitsa, P. Kokkotas y E. Stamoulis (2005) llevaron a cabo una investigación en la cual pretendían examinar si el aprovechamiento en la enseñanza de las ciencias de algunos casos de la historia, y especialmente la controversia Galvani-Volta, contribuían hacia el desarrollo del pensamiento crítico. Como resultados del estudio observaron la necesidad de dar a los estudiantes la oportunidad de desarrollar su comprensión sobre cómo son aceptadas o rechazadas las ideas científicas con base en la evidencia empírica y cómo las controversias científicas pueden surgir desde las diferentes maneras de interpretar tal evidencia. Sostienen que esta manera de aprender las ciencias es vista tanto como un proceso de construcción activo e individual del conocimiento, como un proceso social el cual involucra a otros en esta construcción (compañeros, profesores, expertos, etc.) y finalmente como un proceso de enculturación en las prácticas científicas de la sociedad en general.

I. Galili (2010a) postula que cualquier disciplina fundamental como la física podría ser representada como la incorporación de elementos de tres

grupos. El primero incluye los principios, conceptos fundamentales y leyes. Juntos forman el *núcleo* de la disciplina. A partir del resto de los elementos, aquellos que representan distintas aplicaciones de los elementos del núcleo tales como la resolución de problemas, el modelado y las explicaciones de diversos fenómenos y experimentos de laboratorio, componen el *cuerpo* de la disciplina. Sin embargo, se pueden reconocer elementos de conocimiento de un tercer tipo, los cuales forman la *periferia*. Aquí uno encuentra, por ejemplo, los principios y las concepciones del pasado reemplazadas en el curso de la historia por teorías más nuevas, así como también los fenómenos que no pueden ser explicados basados en los principios del núcleo. La periferia incluye todo el conocimiento relevante del objeto de dominio, incluyendo las preconcepciones. Las dos primeras áreas (núcleo y cuerpo) determinan la disciplina, y la suma de la periferia lleva la disciplina al estatus de *disciplina-cultura*.

Al abordar el discurso científico se crea un diálogo diacrónico que incluye la contribución desde diferentes épocas, países, visiones del mundo, valores, maneras y normas de organización del conocimiento. Y a pesar de todas esas diferencias, dichas contribuciones crean un espacio de aprendizaje esencial para la comprensión (Galili, I., 2010b). Por su propia naturaleza, tales diálogos incluyen también elementos de conocimiento obsoletos e incorrectos desde un punto de vista moderno. Uno puede, por lo tanto, distinguir dos tipos de elementos de conocimiento en la historia de la física. Por un lado, están los elementos que sobreviven al paso del tiempo debido a su veracidad. Por ejemplo, la ley de flotación de Arquímedes, la ley de Pascal de presión de los fluidos, el valor obtenido por Eratóstenes correspondiente al diámetro de la Tierra, entre otras. Existen, sin embargo, otros elementos que son actualmente considerados incorrectos. Tales como la teoría de movimiento de Aristóteles, la teoría de movimiento de Descartes, la teoría del calórico, etc. Esto crea el conocimiento de contenido cultural que amplía el espacio de aprendizaje.

I. Galili (2010b) propone la incorporación de la incursión histórica en puntos que son conceptualmente críticos a lo largo de la implementación del currículo. Dichas incursiones requieren por parte del docente:

- La descripción de la historia conceptual de un cierto conocimiento.
- La elaboración de aspectos filosóficos e históricos de la descripción provista, incluyendo aspectos de la naturaleza de las ciencias.
- Una elaboración sobre la relevancia del tema considerado por el currículo, que incluye los resultados de las investigaciones sobre las dificultades de los estudiantes y las preconcepciones pertinentes.
- Informarse sobre actividades y métodos de enseñanza.
- Disponer de una breve lista de recursos, leer más y ampliar el propio conocimiento.

Uno de los ejemplos presentados por I. Galili (2010b) es el de la incursión a la historia del concepto *peso*. Se puede presentar el peso como formado a partir de tres pasos principales: 1) el peso es el rasgo característico del cuerpo que causa su pesadez y caída; 2) el peso es la fuerza de acción gravitatoria que actúa sobre el cuerpo desde otro cuerpo y es diferente de la masa; 3) el peso es el resultado de pesar el cuerpo, distinguido de la fuerza gravitatoria. La definición de *peso* cambió a lo largo de la historia mostrando la complejidad de la materia. Siguiendo el origen del concepto y la epistemología correspondiente, el estudiante revela la imagen completa, haciendo al concepto más significativo debido a la variación en el espacio de aprendizaje apropiado. Por último, la historia llega a la física moderna y a la separación entre gravitación y peso como se deduce desde el principio de equivalencia de Einstein.

Por último, vamos a mencionar un trabajo realizado por E. García Arteaga (2009) en el que se propone específicamente un enfoque socio-cultural para el caso específico de la mecánica de fluidos. En este, a

partir del análisis histórico-epistemológico de los escritos originales de Galileo, Torricelli, Pascal y Boyle, se recontextualizan las experiencias y problemáticas sobre la naturaleza del vacío, el equilibrio de los líquidos, la presión atmosférica en la edad media y se muestran los aspectos relevantes para su enseñanza a nivel universitario para profesores en formación.

Coincidimos con E. García Arteaga (2009) en que se tiene la firme convicción desde una visión histórica-epistemológica de las ciencias de que la actividad del científico es una actividad cultural que se desarrolla en torno al entendimiento del mundo y depende, por lo tanto, de las personas que llevan a cabo dicha actividad. El conocimiento, en este sentido, se establece en la necesidad de construir una imagen en torno al fenómeno que responda a criterios de organización del individuo y que pueda confrontar y socializar con su entorno. No hay en sentido estricto conocimiento separable de los individuos y comunidades que lo producen sino una construcción y validación del mismo que le generan significados.

Una aplicación del enfoque socio-cultural en el electromagnetismo

En este trabajo se considerará un enfoque socio-cultural para la incorporación de la historia de la física en la enseñanza, y se propondrán algunos lineamientos para la enseñanza a partir de la controversia *campo vs. acción a distancia* en el área del electromagnetismo.

Apuntamos a lineamientos de enseñanza (y a propuestas que podrían derivarse directamente de esto) que sean aplicables y de utilidad tanto en la formación de futuros profesores, como también en los que se encuentran en actividad.

- Por qué se elige este enfoque.* Consideramos que este enfoque incluye a los anteriores. Si se orienta la enseñanza a partir del mismo sería posible alcanzar todos o la gran mayoría de los objetivos que se buscan en general, cuando se emplea

la historia de las ciencias en la enseñanza. Es decir, recordar a científicos destacados y sus contribuciones, mostrar la dimensión humana y los procesos de las ciencias, detectar preconcepciones en los estudiantes, enseñar conceptos, destacando sobre todo las bases culturales sobre las que surgieron las ideas y se realizaron las investigaciones, teniendo en cuenta la influencia que tuvieron los aspectos sociales, económicos, morales, entre otros.

Coincidimos con N. Grimellini Tomasini (2004) en que es importante remarcar el gran valor cultural que tiene el aprendizaje de la física, pues permite:

- Conocer no solo las respuestas a las cuestiones sino principalmente por qué los físicos se preguntaron justamente aquellas cuestiones.
- Conocer la situación física problema que se pretende resolver.
- Ver cómo los descubrimientos físicos influenciaron nuestra vista general del mundo.
- Encontrar la conexión entre la física y otras áreas culturales, el arte y la literatura incluidos.

b. *Por qué el electromagnetismo.* Ya que por lo general las situaciones estudiadas en clase corresponden a casos estáticos, se propicia de esta manera la no diferenciación entre la teoría newtoniana³ con la teoría de campos⁴. Comúnmente, en estos casos no se explicitan adecuadamente las limitaciones de la teoría newtoniana ni las ventajas de la teoría de campos, por lo que los estudiantes terminan teniendo una visión newtoniana de la interacción. Tanto en la escuela secundaria, como en los institutos terciarios, en la universidad y hasta en la mayoría de los libros de textos de física, el estudio del electromagnetismo comienza con la electrostática. Como se mencionó anteriormente, esto lleva a conceptualizaciones sesgadas que no contribuyen a una adecuada comprensión del concepto de campo

electromagnético. En este sentido, creemos que la aplicación que se propone en esta presentación podría ayudar a superar esta dificultad.

La controversia acción a distancia vs. campo: Heinrich Hertz como el principal protagonista para la superación de dicha controversia

Hasta mediados del siglo XIX se mantenía la visión mecanicista de la naturaleza. Las leyes de Newton lideraban la física y se habían convertido en un dogma de fe. Tanto la mecánica como el movimiento de los astros podían ser explicados por dos ideas fundamentales y básicas: el universo está formado por materia y vacío, y las fuerzas se pueden transmitir tanto por contacto de un cuerpo a otro como a distancia instantáneamente. Por entonces, los fenómenos de atracción electrostática y magnética eran explicados mediante las leyes de Newton, a pesar de que había algunos aspectos que no encajaban del todo en la mecánica newtoneana (Gambau, J., 2009).

Años más tarde, a partir de las ideas de Faraday (1791-1867) y J. C. Maxwell (1831-1879) se gesta y consolida el concepto de campo. Las hoy famosas ecuaciones de Maxwell fueron formuladas por dicho científico en 1864. Tales ecuaciones reunían por ese entonces todos los resultados existentes sobre la electricidad y el magnetismo. Si bien estas ecuaciones eran una síntesis tanto de las propiedades y como de las interrelaciones de la electricidad y el magnetismo, también predecían la existencia de las ondas electromagnéticas y su velocidad. Años más tarde, en 1887, el físico alemán Heinrich Hertz (1857-1884) logra generar y detectar ondas electromagnéticas por primera vez.

Hertz se formó bajo la tutela de H. Von Helmholtz (1821-1894) entre 1878 y 1883, mientras se encontraba en Berlín. Por esos años, la mayoría

3. Que considera que las interacciones entre masas o cargas se realizan a través de fuerzas instantáneas a distancia.

4. Que considera las interacciones con un campo preexistente en el punto a donde se sitúa la carga o la masa.

de los físicos alemanes aceptaban como válidas las teorías de acción a distancia para la descripción de los fenómenos electromagnéticos desarrolladas por F. Neumann (1798-1895) y W. Weber (1804-1891). Dichas teorías consideraban que la velocidad de propagación de las fuerzas electromagnéticas era infinita.

Helmholtz desarrolló una teoría mixta con la que intentó conciliar las teorías de acción a distancia con la teoría de campos de Maxwell. En su teoría aceptaba la acción a distancia para el vacío pero adoptaba la teoría de Maxwell para los dieléctricos. Por lo tanto, al ser Helmholtz el tutor de Hertz, este último aprendió la teoría electromagnética propuesta por su maestro, y además fue uno de los pocos físicos de la época que apreciaba la importancia de los trabajos de Maxwell, aunque inicialmente tuvo una fuerte creencia en la teoría de acción a distancia.

El oscilador construido por Hertz en 1887 le permitió realizar una gran variedad de experimentos y verificar la veracidad de las ecuaciones maxwellianas, refutando así la idea de acción a distancia (instantánea) propuesta inicialmente por Newton y presente en las descripciones de los fenómenos electromagnéticos realizadas por Neumann y Weber, a la cuál adhería Hertz en un comienzo. Podría decirse que, durante esos años, Hertz pasó por una evolución conceptual en la cual partió de una mentalidad más bien electrodinámica (según la tradición de Ampere, Weber y Helmholtz) hacia una mentalidad de campo electromagnético (según la tradición de Faraday y Maxwell). Para la primera, la base de los fenómenos eléctricos son las cargas y las corrientes (o cargas en movimiento), mientras que para la segunda lo es todo el espacio, aún el espacio vacío. En esa transferencia conceptual M. García Doncel (1990) distingue tres pasos destacados a lo largo de las experimentaciones realizadas por Hertz:

1. Descubre corrientes de *polarización* en los dieléctricos (Maxwell las había llamado corrientes de desplazamiento).

2. Ve al espacio mismo como un dieléctrico capaz de ser polarizado, cuando detecta que la acción eléctrica inductora se propaga por él con una velocidad finita.
3. Descubre que la propagación de esa fuerza eléctrica posee carácter ondulatorio y todas las propiedades de la luz.

Primer paso. En 1879, la Academia de Berlín ofrece un premio a quien “establezca experimentalmente cualquier relación entre las fuerzas electromagnéticas y la polarización dieléctrica de los aisladores”. Helmholtz sugiere a Hertz que encare este tema de investigación. Inicialmente Hertz no se entusiasma con el problema, recién en 1887, cuando dispuso de un oscilador, lo hizo. Logró demostrar que un material aislante ubicado cerca del oscilador modificaba la respuesta del detector, comprobando así que en los cuerpos aislantes pueden producirse corrientes eléctricas de alta frecuencia detectables por sus efectos de inducción electromagnética. Esta fue la verificación experimental de la existencia de corrientes de desplazamiento en los aislantes, lo cual era de fundamental importancia en la teoría de Maxwell (Lamberti, P. W., 1997).

Segundo paso. Tras la experiencia con las corrientes de desplazamiento, Hertz realizó un verdadero cambio en su cuadro conceptual y en su estrategia experimental. Una forma de determinar en qué medida era correcta la teoría de Maxwell era medir la velocidad de propagación de las perturbaciones eléctricas. En su primer intento logra formar ondas estacionarias de corrientes de alta frecuencia en alambres rectos y, en aproximadamente un mes, logra establecer las interferencias entre esas ondas y la acción electromagnética directa. A partir de esto, Hertz pretendía medir la velocidad de propagación de la acción electrodinámica, y encontrar que coincidía con la velocidad de la luz. Pero lo que obtiene es una velocidad infinita. Posteriormente, luego de varios intentos fallidos (cuando disponía de más espacio y tiempo), logra obtener resultados claramente correspondientes a una velocidad finita

(a fines de 1887). El 21 de enero de 1888 es celebrado por algunos como el *día del establecimiento de las ondas electromagnéticas*, día en el cuál se encuentra fechado el artículo escrito por Hertz que recoge los experimentos anteriormente mencionados. En su versión inicial no habla de ondas en el espacio, sino de “ondas propagadas por alambres” y de “acción electrodinámica propagada por el aire”; pero al demostrar que la acción electrodinámica se propaga con una velocidad finita, Hertz concluye su segundo paso conceptual, el cual es considerado como el *paso revolucionario de su conversión* (García Doncel, M., 1990).

La velocidad de las ondas producidas por Hertz en el vacío coincidía con los valores medidos de la velocidad de la luz. Esto lo llevó a concluir que la luz es una onda electromagnética, y que su longitud de onda se encuentra en el rango visible para el ser humano. No obstante, los fundamentos de la física se encontraban en conflicto. Los resultados que arrojaba la teoría de Newton para la mecánica clásica eran incompatibles con los resultados obtenidos desde la teoría de electromagnetismo de Maxwell.

Tercer paso. Introduce el concepto de *ondas en el espacio*, demuestra experimentalmente su existencia. Los experimentos relativos a ondas estacionarias en el espacio comienzan (marzo de 1888) con el estudio sistemático de efectos sombras y reflexiones (hasta ahora inimaginables) en pantallas y espejos. Obtiene de este modo la comprobación directa de esas ondas, y la medida de su longitud y velocidad.

Convencido ya experimentalmente de las ondas electromagnéticas, deduce teóricamente a partir de las ecuaciones de Maxwell la formación de esas ondas en torno al dipolo oscilante que constituye el emisor (de su oscilador). En estos cálculos suprime definitivamente la distinción entre fuerzas electrostáticas y electrodinámicas, reinterpretando y corrigiendo con sus nuevas ecuaciones los anteriores resultados experimentales (en concreto, las ondas hercianas se propagan esféricamente a

partir del dipolo y no cilíndricamente, como había dibujado previamente Hertz). Además, calcula la energía irradiada por un dipolo al espacio. El proceso conceptual se concluye con los experimentos relativos a los *rayos de fuerza eléctrica* (a fines de 1888). En estos se visualizan aún más las propiedades de las ondas hercianas y su total analogía con la luz. Hertz dijo meses más tarde “Al plantear esos experimentos y al describirlos, dejamos de pensar eléctricamente, pensamos ópticamente. Ya no vemos corrientes circulando por los conductores, o electricidades acumulándose. Vemos únicamente las ondas en el aire, cómo se entrecruzan, cómo se dividen, se reúnen, se refuerzan y debilitan” (García Doncel, M., 1994).

Lineamientos para elaborar una propuesta

Nuestros lineamientos para una propuesta metodológica consisten en sugerencias para elaborar un conjunto de actividades en las cuales la historia de la física se encuentre entretrejida en la misma disciplina, recurriendo en particular a experimentos cruciales realizados en la historia a partir de los que pueda observarse una clara evolución de los conceptos físicos. Por ejemplo, el caso del oscilador construido por Hertz en 1887. Este le permitió realizar una gran variedad de experimentos y comprobar la veracidad de las ecuaciones maxwellianas, refutando así la idea de acción a distancia (instantánea) propuesta inicialmente por Newton y presente en la descripción de los fenómenos electromagnéticos realizada por Neumann y Weber, a la cuál adhería Hertz en un comienzo.

La idea general consiste en incluir hechos tomados de la historia de la física (incluyendo fragmentos de trabajos originales de los científicos, sus diarios de laboratorio, cartas a colegas, entre otros) como material de análisis (no a modo ilustrativo ni como anécdotas). Se pretende trabajar a partir de dicho material, pretendiendo de esta manera facilitar a los alumnos la comprensión de los mecanismos por los cuales se producen y reproducen los

conocimientos, así como también el contexto en el cuál se originó, en este caso particular, la teoría de campos; cuáles fueron los problemas dieron origen a esas investigaciones; qué científicos aportaron en el descubrimiento y qué inconvenientes surgieron; y finalmente, qué experimentos sirvieron para verificar y entender la existencia campos electromagnéticos. Se propone enseñar a partir de las representaciones que poseen los estudiantes y se pretende que a partir de esta estrategia didáctica logren superar los inconvenientes a los que se enfrentan en el proceso de aprendizaje de dicho concepto, reconociendo las ventajas de la teoría electromagnética, sus implicancias y aplicaciones en la tecnología actual.

Los criterios empleados para pensar y diseñar la propuesta son los siguientes:

A nivel disciplinario

- Reconstruir ciertos contenidos del electromagnetismo desde una perspectiva newtoniana de acción a distancia hacia una perspectiva más bien maxwelliana, incursionando por experimentos cruciales que llevaron a resolver esta controversia.
- Favorecer la comprensión y el reconocimiento del concepto de campo electromagnético, resaltando en los aspectos que lo hacen el más adecuado y completo para la descripción de fenómenos de este tipo.

A nivel epistemológico

- Fomentar una imagen de la física como un *producto cultural* caracterizada por la coexistencia de diferentes interpretaciones del mismo fenómeno.

A nivel educacional

- Promover el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes, permitiéndoles entre otras

cosas, analizar ideas y compararlas con las observaciones correspondientes al comportamiento de la naturaleza y confrontando de esta manera sus propias preconcepciones con el funcionamiento de las ciencias.

Fases que podría tener la propuesta

- ***Iniciar con una introducción al electromagnetismo:***

Realizar una breve reseña de la historia de la electricidad y el magnetismo hasta el comienzo del siglo XVII. Presentar los principales aspectos que forman el previo conocimiento fenomenológico de la electricidad y los efectos de atracciones en la naturaleza como la gravedad. Dar a conocer el papel inspirador de los contextos socio-históricos para la investigación sobre el magnetismo (destacándose las brújulas magnéticas que permiten la navegación en el mar, así como también para la minería del carbón). Incluir finalmente en esta reseña los trabajos realizados por William Gilbert (1544-1603), mediante el análisis de su diario de laboratorio, y con la posterior implementación de una serie de experimentos similares a los que él mismo llevó a cabo para lograr distinguir entre interacciones eléctricas y magnéticas.

- ***Profundizar en el concepto de campo electromagnético:***

Describir la situación reinante sobre los conocimientos relativos al electromagnetismo a inicios del siglo XVIII, haciendo referencia a los científicos que estaban trabajando en ellos, tales como Faraday, Neumann, Weber, Maxwell, entre otros. Destacando la controversia existente en la descripción de determinados fenómenos electromagnéticos pues, por un lado, los newtonianos empleaban la acción a distancia (instantánea) para describirlos (un ejemplo de ello es la ley de Coulomb), mientras que los maxwellianos recurrían al concepto de campo.

Una vez planteada la controversia por parte del docente, colocar a Heinrich Hertz como el centro de la cuestión, con una breve presentación de su vida, contexto histórico-social, formación e inquietudes personales.

Trabajar posteriormente con los alumnos sobre la evolución de los conceptos por la que fue pasando Hertz a lo largo de su trayectoria científica, mediante la lectura y el análisis de materiales originales como: fragmentos de su diario de laboratorio, cartas escritas a colegas y a sus padres en donde hacía referencia a sus experimentos. Sería interesante que culminen con el armado de un oscilador, similar al de Hertz, con el cuál puedan verificar algunos de los resultados obtenidos por él, tales como la presencia de ondas electromagnéticas, ubicación de máximos y mínimos, etc.

Apuntar a que logren responder cuestiones como: ¿qué es lo que puede influir en decisiones de los científicos sobre los temas de investigación y en la forma de hacerla?, ¿por qué los científicos escriben acerca de su trabajo?, ¿necesitaba Hertz hacer experimentos o había otras maneras de hacer la investigación?, ¿qué fue lo que en definitiva convenció a Hertz en la certeza de las ecuaciones de Maxwell?

Reflexiones

Como se dijo en un comienzo, la creciente carencia de motivación por parte de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias en general nos lleva continuamente a los docentes a replantearnos las metodologías que implementamos en la enseñanza, y a tratar de adecuarlas a la situación educativa actual, sin descuidar por ello los distintos tipos de contenidos que deben ser enseñados. Consideramos que los lineamientos para elaborar una propuesta presentados constituyen una alternativa válida y apreciable, la cuál brinda al profesor una base metodológica a partir de la cual se pueden diseñar actividades que incluyan a la historia de las ciencias, sin aumentar la cantidad de conocimientos, sino optimizando la calidad de los mismos.

Según la categorización inicial presentada sobre el uso que se le ha dado a la historia de las ciencias en la enseñanza, los lineamientos fueron elaborados tratando de atender fundamentalmente a un enfoque socio-cultural de la disciplina. Adoptamos dicho enfoque porque, como mencionamos anteriormente, incluye a los demás, es decir, es el más amplio y completo. Creemos que, en la actualidad, enseñar la física como parte de nuestra cultura sería una estrategia poderosa para llevar a la práctica ya que, por sobre todas las cosas, estamos formando ciudadanos.

Sin embargo, acordamos con L. M. Iparraguirre (2007) en que es importante ser consciente de que incluir a la historia de las ciencias en la enseñanza no asegura por sí misma el hecho de que se produzcan aprendizajes significativos. Para lograr esto es necesario que el profesor implemente una propuesta bien fundamentada que pueda ser aplicada y adaptada a sus clases y a sus propios alumnos. Esto implica un esfuerzo extra por parte de los docentes, no obstante, consideramos que los resultados que se obtendrían serían muy gratificantes y alentadores.

Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo, mediante los subsidios correspondientes a los proyectos de investigación PIP 112 201301 00099 CO y PICT 2013-0139.

Referencias bibliográficas

- BIZZO, N. M. V. Historia de la Ciencia y Enseñanza de la Ciencia: ¿Qué paralelismos cabe establecer? **Comunicación, Lenguaje y Educación**, v. 5, n. 18, p. 5-14, 1993.
- ARGENTINA. BONO, L. C.; Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba; Secretaría de Educación; Subsecretaría de Promoción de

- Igualdad y Calidad Educativa; Dirección General de Planeamiento e Información Educativa. Diseño curricular de Educación Secundaria (2012 - 2015). Orientación Ciencias Naturales. Tomo 4, p. 92, 2012. Disponible en: <<http://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/EducacionSecundaria/LISTO%20PDF/orientacion%20naturales28-03-12.pdf>>. Visitado en: 21, abr., 2015.
- BRUSH, S. G. History of Science and Science Education. **Interchange**, v. 20, n. 2, p. 60-70, 1989.
- DELGADO, M.; MARTINEZ, F.; MORERA, P.; PERDOMO, T. Y.; LÓPEZ, P.; LLAMAS, C.; BOTÍN, P. Ciencia y género. La mujer en la historia de la ciencia. Mujeres en la sombra. Una propuesta de enseñanza y aprendizaje para la física y química de la ESO y bachillerato. Análisis de una experiencia. In: XX ENCUENTROS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES. Tenerife. Centro Superior de Educación. Universidad de La Laguna. 2002. Disponible en: <<http://apice.webs.ull.es/pdf/123-070.pdf>>. Visitado en: 21, abr., 2015.
- GAGLIARDI, R.; GIORDAN, A. La Historia de las Ciencias: una herramienta para la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, p. 253-258, 1986.
- GALILI, I. History of Physics as a tool for teaching. In: Vicentini, M; Sassi, E. (Org). **Connecting research in Physics Education with Teachers Education**. I.C.P.E. p. 153-166. 2010a.
- _____. Cultural content knowledge – The required enhancement for physics teachers. In: REIMS INTERNATIONAL CONFERENCE: TEACHING AND LEARNING PHYSICS TODAY: CHALLENGES BENEFITS? Reims. GIREP – ICPE - MPTL. 2010b. Disponible en: <http://www.univ-reims.fr/site/evenement/girep-icpe-mptl-2010-reims-international-conference/gallery_files/site/1/90/4401/22908/29321/29397.pdf>. Visitado en: 21, abr., 2015.
- GAMBAU, J. C. Los experimentos de Hertz. Foro histórico de las comunicaciones. Disponible en: <<http://forohistorico.coit.es/index.php/sendas/tecnologica-mundial/item/los-experimentos-de-hertz>>. Visitado en: 24, mar., 2016.
- GARCÍA ARTEGA, E. Historia, epistemología y enseñanza de las ciencias; caso mecánica de fluidos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, Número Extra, VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, p. 1256-1260, 2009.
- GARCÍA DONCEL, M. **Heinrich Hertz, Las Ondas Electromagnéticas**. Publicaciones de la Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra: España. 1990.
- GRIMELLINI TOMASINI, N. Teaching physics from a cultural perspective: Examples from research on physics education. In REDISH, E. F.; VICENTINI, M. (Org) **Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi", Research on Physics Education**. v. 156, pp. 559-582, 2004.
- GURIDI, V.; ARRIASSECQ, I. Historia y filosofía de las ciencias en la educación polimodal: propuesta para su incorporación al aula. **Ciência & Educação**, v.10, n. 3, p. 307-316, 2004.
- IPARRAGUIRRE, L. M. Una propuesta de utilización de la Historia de la Ciencia en la enseñanza de un tema de Física. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 25, n. 3, p. 423-434, 2007.
- LAMBERTI, P. W. Las investigaciones de Heinrich Hertz sobre las ondas electromagnéticas. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 10, n. 2, p. 37-47, 1997.
- LOCKHEAD, J.; DUFRESNE, R. Helping students understand difficult science concepts through the use of dialogues with History. In HERGIT, D. E. (Org). **The History and Philosophy of Science in Science Teaching**. Florida. p. 221-229, 1989.
- MALAMITSA, K.; KOKKOTAS, P.; STAMOULIS, E. The use of aspects of History of Science enhances the development of critical thinking - a proposal. In: **EIGHTH INTERNATIONAL HISTORY, PHILOSOPHY, SOCIOLOGY & SCIENCE TEACHING CONFERENCE**. Leeds. England. 2005.
- MARTÍNEZ NAVARRO, F.; REPETTO JIMÉNEZ, E. Utilización de las biografías de los científicos

en la enseñanza de las ciencias con una orientación de ciencia, tecnología y sociedad. In: XX ENCUENTROS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES. Tenerife. Centro Superior de Educación. Universidad de La Laguna. 2002a. Disponible en: <<http://apice.webs.ull.es/pdf/211-029.pdf>>. Visitado en: 21, abr., 2015.

_____. Utilización didáctica en la enseñanza de la física y química de bachillerato de la biografía y producción científica de investigadores eminentes. In: XX ENCUENTROS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES. CENTRO SUPERIOR DE EDUCACIÓN. Tenerife. Universidad de La Laguna. 2002b. Disponible en: <<http://apice.webs.ull.es/pdf/124-028.pdf>>. Visitado en: 21, abr., 2015.

MATTHEWS, M. R. A role for history and philosophy of science in science teaching. **Interchange**, v. 20, n. 2, p. 3-15, 1989.

PIAGET, J.; GARCÍA, R. **Psicogénesis e Historia de la Ciencia**. Siglo XXI editores, Buenos Aires: Argentina. 1982.

SEROGLOU, F.; KOUMARAS, P. The Contribution of the History of Physics in Physics Education: A Review. **Science & Education**. v. 10, p. 153-172, 2001.

SOLBES, J.; TRAVER, M. J. La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 1, p. 103-112, 1996.

SOLOMON, J. The Retrial of Galileo. In HERGET, D. E. (Org). **The History and Philosophy of Science in Science Teaching**. Florida State University. Tallahassee. p. 332-338, 1989.





POSSIBILIDADES DE SE PROMOVER A NECESSIDADE DE PERTENCIMENTO EM AULAS DE FÍSICA

Possibilities to Promote the Need for Relationship in Physics Classrooms

Luiz Clement¹

Nayra Luiza Carminatti²

José Francisco Custódio³

José de Pinho Alves Filho⁴

Para citar como este artículo: Clement, L, Carminatti N.L., Custódio J.F. y Pinho Alves, J. (2016). Possibilidades de se promover a necessidade de pertencimento em aulas de física. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 11(1), 26-42. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a2.

Recibido: 27 de julio 2015 / Aceptado: 27 de mayo de 2016

Resumo

Neste artigo apresentamos uma análise centrada em torno dos seguintes questionamentos: I) O ser humano possui a necessidade de estabelecer vínculos/de pertencer, mas como isso se reflete no contexto escolar? II) Quais as possibilidades de se promover a necessidade de pertencimento em sala de aula, especificamente em aulas de Física do Ensino Médio, por meio de Atividades Didáticas (AD) baseadas no ensino por investigação? Para as análises pretendidas buscamos suporte teórico na Teoria da Autodeterminação, que prevê um conjunto de três necessidades psicológicas básicas (competência, autonomia e pertencimento) para avaliar e explicar o envolvimento e a motivação das pessoas em suas atividades. A necessidade de *pertencimento* (foco deste estudo) abarca as conexões seguras e satisfatórias das pessoas no contexto social. Portanto, não podemos ignorar esta necessidade no contexto escolar, justamente pela sua influência no processo de ensino-aprendizagem. Isso nos conduziu a avaliar como foram oferecidos suportes para promoção e satisfação da necessidade de

1. Doutor em Educação Científica e Tecnológica. Professor do Departamento de Física e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville/SC, Brasil. luiz.clement@udesc.br.
2. Estudante do Curso de Licenciatura em Física. Bolsista de iniciação científica. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville/SC, Brasil. nayralcarminatti@gmail.com.
3. Doutor em Educação Científica e Tecnológica. Professor do Departamento de Física e do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, Brasil. j.custodio@ufsc.br.
4. Doutor em Educação. Professor do Departamento de Física e do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, Brasil. jopinholfilho@gmail.com.

pertencimento em atividades didáticas de caráter investigativo. Constatou-se que as atividades proporcionaram um ambiente escolar favorável à troca e discussão efetiva de ideias, com reciprocidade e confiança em prol à construção do conhecimento com maior protagonismo dos estudantes. Dessa forma, vê-se nessa perspectiva educacional uma possibilidade de satisfazer a necessidade de pertencimento.

Palavras chaves: pertencimento, ensino de física, teoria da autodeterminação, ensino por investigação.

Abstract

This paper presents an analysis centered on the following questions: I) the human being has the need to relationship, but how this is reflected in the school environment? II) What are the possibilities of promoting the need of relationship in the classroom, specifically in high school physics classes, through Didactic Activities (AD) based on learning per inquiry? For the analysis planned we seek theoretical support in Self-Determination Theory, which provides for a set of three basic psychological needs (competence, autonomy and relationship) to assess and explain the involvement and motivation of people in their activities. The need to relationship (focus of this study) encompasses safe and satisfying connections of people in a social context. So we cannot ignore this need in the school context, precisely because its influence in the teaching-learning process. That led us to assess how were offered supports for promotion and satisfaction the relationship need in didactic activities of teaching per inquiry. It was observed that the activities provided a school environment conducive to effective discussion and exchange of ideas, with reciprocity and trust towards the construction of knowledge with greater protagonism of the students. That way, we see in this educational perspective a possibility to satisfy the need of relationship.

Keywords: relationship, physics teaching, self-determination theory, teaching per inquiry.

Introdução

A legislação educacional brasileira⁵ propõe que o processo educacional se volte cada vez mais para formação cidadã dos estudantes. Com isso, apresenta enfoques que podem fomentar a ação docente do professor, oferecendo orientações para

o planejamento e desenvolvimento de atividades educacionais interessantes, desafiadoras, contextualizadas, isto é, voltadas para preparar os estudantes para suas escolhas futuras. Neste sentido, a legislação apresenta propostas que conduzem a abordagens que envolvam, por exemplo, aplicações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA),

5. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB); Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN); Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+); Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCN).

ensino contextualizado e interdisciplinar, uso da História e Filosofia da Ciência (HFC), promoção da autonomia dos estudantes, desenvolvimento de ações investigativas, entre outras.

No contexto das pesquisas na área de ensino de ciências, uma das frentes didático-pedagógicas que vêm ganhando espaço e que visa promover um papel mais ativo dos estudantes no seu processo de ensino-aprendizagem é o ensino por investigação (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2008; BALLE-NILLA, 1999; FLOR, 1996; GARCÍA; GARCÍA, 2000; MUNFORD; LIMA, 2007; RODRIGUES; BORGES, 2008; SÁ *et al.*, 2007; AZEVEDO, 2009; CLEMENT; TERRAZZAN, 2011, 2012; CLEMENT, 2013; CARVALHO, 2013). No contexto escolar brasileiro, as atividades investigativas são vistas com grande potencialidade didático-pedagógica, embora ainda não possuam presença significativa nas aulas de Física. O ensino por investigação pode ser caracterizado por centrar suas ações pedagógicas: em torno de situações problemas, permitir aprendizagens de Ciências e sobre Ciência e buscar a participação ativa do estudante. (CLEMENT, 2013; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015) Por esta razão, esta perspectiva de ensino possibilita um ambiente favorável para viabilizar aprendizagens mediadas por situações problemas; instigando a curiosidade e propondo desafios aos estudantes; gerando debate de ideias e possibilitando ao aluno protagonismo no processo de aprendizagem.

Além disso, as ações de ensino por investigação possibilitam aos estudantes aprimorarem suas habilidades argumentativas e sua compreensão conceitual e procedimental relativa ao assunto abordado (CLEMENT; TERRAZZAN, 2011). Porém para que essas habilidades possam ser desenvolvidas, é importante que o trabalho aconteça de maneira coletiva, isto é, favorecendo compartilhamento e produção de conhecimento em pequenos grupos. Neste caso, evidencia-se a necessidade do estudante envolver-se ativamente em seu processo de ensino-aprendizagem e de estabelecer um vínculo social.

Diante deste contexto, visamos neste artigo apresentar uma descrição e análise pautada nos seguintes questionamentos: I) O ser humano possui a necessidade de estabelecer vínculos/de pertencer, mas como isso se reflete no contexto escolar? II) Quais as possibilidades de se promover a necessidade de pertencimento em sala de aula, especificamente em aulas de Física do Ensino Médio, por meio de Atividades Didáticas (AD) baseadas no ensino por investigação?

Pertencimento: uma necessidade psicológica básica

Nos documentos oficiais que compõem a legislação educacional brasileira apresentam enfoques educacionais que, quando aproveitadas para organizar ações de ensino, podem conduzir os estudantes à reflexão sobre o mundo vivenciado por eles. Os documentos ressaltam que as atividades didático-pedagógicas devem estar estruturadas no trabalho coletivo, resultando nas interações interpessoais (aluno-aluno e aluno-professor), no desenvolvimento de habilidades argumentativas e envolvimento ativo do estudante no processo de ensino-aprendizagem. Neste contexto, o PCN₊ destaca, *“Para que todo o processo de conhecimento possa fazer sentido para os jovens, é imprescindível que ele seja instaurado por meio de um diálogo constante entre alunos e professores, mediado pelo conhecimento.”* (PCN₊, 2002, p. 83). A defesa de uma formação desta natureza – pautada em uma formação baseada em discussão/diálogos – se constata também nos documentos oficiais elaborados anteriormente e posteriormente aos PCN₊ e DCNEM, como é o caso dos PCN (BRASIL, 2000) e das OCNs (BRASIL, 2006). Porém, nestes documentos as proposições de discussões em grupos são apresentadas no corpo do texto de forma subjetiva. Desta maneira a legislação apresenta sua proposta pautada nas interações interpessoais, nas quais os estudantes terão que estabelecer uma relação de vínculo com seus colegas em classe e com o professor.

Sob o enfoque das relações interpessoais, são realizados estudos específicos no campo da psicologia, desde a década de 1950, que investigam a necessidade humana de estabelecer vínculos sociais. Nesta época, os estudos já sinalizavam para uma relação positiva em estabelecer vínculo social e na satisfação pessoal de indivíduos em manter o contato social (GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004; REEVE; SICKENIUS, 1994).

A teoria da autodeterminação (DECI *et al.*, 1991; DECI; RYAN, 1985; RYAN; DECI, 2000a, 2000b)

[...] sustenta que os seres humanos são ativos e propensos ao desenvolvimento autorregulável. O envolvimento dos indivíduos em suas atividades pode ser analisado e explicado sob o foco de três necessidades psicológicas básicas, inerentes à vida humana: as necessidades de competência, de autonomia e de pertencimento (RYAN e DECI, 2000a; REEVE, 2006). A necessidade de competência se refere à compreensão de como alcançar diferentes resultados internos e externos e na eficácia da execução das ações necessárias. A necessidade de autonomia refere-se à auto-iniciativa e autorregulação de suas ações e de pertencimento abarca as conexões seguras e satisfatórias com os outros em um meio social (DECI *et al.*, 1991; RYAN e DECI, 2000a). Assim sendo, sempre que o ambiente social satisfizer estas três necessidades, estará viabilizando a motivação autodeterminada (comportamentos intencionais autônomos, ou seja, guiados pela vontade própria) da pessoa para execução de suas atividades. (CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2014; p. 86)

Na Teoria da Autodeterminação o vínculo social ou as interações interpessoais são retratados como uma necessidade psicológica básica do indivíduo chamada *pertencimento*. Portanto, a necessidade de pertencimento se caracteriza pelo entendimento sobre a necessidade que o ser humano possui em se relacionar, estabelecer vínculos, pertencer ou interagir socialmente, incorporando as conexões seguras e satisfatórias com os outros em um meio

social (DECI; RYAN, 2000). Ela tem papel significativo sobre o constructo motivacional, pois, à medida que as pessoas se sentem apoiadas em suas relações interpessoais, elas apresentam desempenhos melhores, maior resistência a situações promotoras de desafios e alcançam um maior bem-estar psicológico (REEVE, 2006; RYAN; POWELSON, 1991; RYAN; STILLER; LYNCH, 1994).

No contexto escolar, a necessidade de pertencimento não pode ser ignorada e deve-se considerar e valorizar sua função para o desenvolvimento da motivação dos estudantes para a aprendizagem escolar. Há indicações teóricas de que é possível promover esta necessidade possibilitando aos estudantes a realização de trabalhos em grupos, nas quais os membros dos grupos tenham um bom relacionamento entre si (afinidade) para resultar nas interações dialogadas (discussões e debate de ideias). Uma maneira de se perceber a satisfação desta necessidade é identificar nos estudantes emoções positivas relacionadas à satisfação e ao prazer na execução da atividade (REEVE, 2006) e demonstração de preocupação com o aprendizado de seus colegas (bem estar). Além disto, estudos apontam que a percepção de segurança e a confiança nas relações estabelecidas entre os estudantes e entre eles e o professor, conduzem a visões e atitudes positivas em relação à escola, às tarefas escolares e aos professores (BAUMEISTER; LEARY, 1995; GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004; OSTERMAN; 2000).

Em um olhar mais abrangente, a satisfação da necessidade de pertencimento facilita a criação de condições e clima favoráveis ao estabelecimento de relações e ao fortalecimento das necessidades psicológicas de autonomia e de competência, produzindo bem-estar e desenvolvimento saudável de atividades em sala de aula. Como consequência, a motivação intrínseca pode ser mais facilmente promovida em ambientes em que as necessidades psicológicas das pessoas são consideradas alcançadas.

Caracterização do Espaço e Metodologia de Desenvolvimento da Pesquisa⁶

Os dados analisados para este estudo fazem parte de um trabalho de pesquisa mais abrangente, com o qual se visou a promoção da motivação autônoma de estudantes de Física do Ensino Médio⁷. A parte empírica da pesquisa foi realizada em uma escola brasileira, da rede pública estadual, localizada na cidade de Joinville/SC. Fizeram parte do estudo os estudantes de uma das turmas de terceira série do ensino médio, constituindo uma amostra de 25 estudantes. O estudo teve início em abril de 2012 (logo após o término do primeiro bimestre letivo) e seguiu até dezembro (final do ano letivo), abrangendo um total de três bimestres.

O trabalho empírico abrangeu a preparação, implementação e análise de um conjunto de Atividades Didáticas (AD) de caráter investigativo (11 AD, demandando um tempo de 28 aulas de 45 min cada - aproximadamente 25% das aulas de Física durante o ano letivo). As intervenções didático-pedagógicas foram distribuídas por três bimestres consecutivos e se baseavam em situações-problema cujo processo de resolução procurava seguir uma abordagem investigativa. Elas sempre foram elaboradas previamente (pelos pesquisadores) e apresentadas para discussão com o professor responsável pelo trabalho de implementação. As discussões foram feitas em reuniões específicas, nas quais se visava uma adequada inserção das AD no planejamento das aulas do professor, bem como, propiciar um momento de estudo da temática de ensino por investigação e teorias voltadas à motivação. Afora isso, na elaboração das AD procurou-se respeitar um grau crescente de dificuldade relacionado à resolução das situações-problema presentes em cada uma das AD.

No processo de planejamento das AD eram realizadas discussões relativas ao desenvolvimento das atividades, prevendo-se um trabalho em sala de aula marcado por três momentos, a saber: a) apresentação e apropriação da situação-problema; b) elaboração de hipótese(s), estratégia(s) e construção da solução e c) reflexão, elaboração de conclusões e apresentação dos resultados (GARCÍA; GARCÍA, 2000). Estas etapas podem ser consideradas como marcadores de um ciclo investigativo inerente ao processo de ensino-aprendizagem por meio destas AD. Além disso, sempre esteve presente no debate a ideia de oferecer ajudas apropriadas aos estudantes, de forma que os diferentes suportes à satisfação das necessidades psicológicas básicas (autonomia, competência e pertencimento) pudessem ser trabalhados da melhor forma.

Para a coleta das informações necessárias à realização da pesquisa (mais abrangente) foram utilizados os seguintes instrumentos/recursos: escala de medida de motivação; observações diretas, áudio e videogravação de aulas; escala de medida de interesse e suportes à autonomia; material produzido pelos alunos e entrevistas com os estudantes e com o professor. Para fins das análises e resultados expressos neste artigo, buscou-se a análise das informações/dados obtidos nas gravações, acompanhamento das aulas e entrevistas com estudantes e professor.

Resultados e Discussão

Os resultados e discussões serão organizados em duas seções, sendo a primeira composta pela descrição da implementação de uma das AD, permitindo que o leitor tenha uma compreensão mais clara sobre o desenvolvimento das AD em sala de aula. A segunda seção é destinada à análise sobre como foram oferecidos suportes para promoção e

6. Para fins legais e éticos, o projeto de pesquisa foi submetido à apreciação em Comitê de Ética. A submissão foi realizada por meio da Plataforma Brasil - Ministério da Saúde, obtendo aprovação e identificação sob Número CAAE: 02035012.5.0000.0121.

7. CLEMENT, L. Autodeterminação e Ensino por Investigação: Construindo Elementos para Promoção da Autonomia em Aulas de Física, 334 p. Tese de Doutorado. UFSC, Florianópolis, 2013.

satisfação da necessidade de pertencimento. Além disso, nela serão retratadas falas dos estudantes, extraídas das entrevistas, em que se evidenciam aspectos importantes sobre a satisfação da necessidade de pertencimento.

Atividade didática 06 (AD-06) – Associação de Resistores: faça a sua!

Dentre todas as AD implementadas a AD-06 foi a que demandou maior tempo, cinco aulas no total. Nesta atividade visava-se um estudo e reflexão sobre a associação de resistores, pautado em um desafio criado a partir de um contexto hipotético, qual seja: em uma olimpíada de Física foi solicitada a construção de um circuito elétrico com resistores de cores, que quando alimentado com três pilhas mantivesse uma intensidade de corrente elétrica na associação entre 35 mA e 40 mA. Neste contexto, os estudantes foram solicitados a fazer um projeto de um destes circuitos, utilizando alguns dos resistores de cores do conjunto que lhes foi fornecido e, na sequência, testar o circuito projetado, montando-o em uma placa *protoboard* e medindo a corrente elétrica que passava pela associação. Com o desenvolvimento desta atividade procurou-se possibilitar aos estudantes a manipulação de materiais, a realização de medidas e o cálculo da intensidade de grandezas físicas, bem como, a mobilização de diferentes habilidades e conhecimentos para solucionar a situação-problema.

No momento em que a AD-06 foi proposta aos estudantes, eles ainda não haviam resolvido nenhum exercício ou problema que envolvesse a associação mista de resistores. Até então, haviam estudado com mais detalhes as associações série e paralela e sobre a associação mista tinham ouvido apenas uma explicação prévia, baseada no quadro e giz, feita pelo professor na aula que antecedeu o início desta atividade. Como os resistores deixados a disposição dos grupos foram cuidadosamente escolhidos, para solucionar a situação-problema necessariamente precisava-se montar um circuito com associação mista. Portanto, os estudantes

tiveram que aprofundar seus conhecimentos sobre associação de resistores, em especial, se apropriar da associação mista. Além disso, a montagem de um circuito em uma placa *protoboard* também era novidade e desafiadora. Estes aspectos elevaram o grau de dificuldade da atividade, tornando-se oportuna para avaliar a reação dos estudantes frente a um desafio maior, bem como, para verificar a relação estabelecida entre eles no trabalho em grupo e na demanda de ajuda solicitada ao professor.

Apresentação e Apropriação da Situação-Problema

No início da aula o professor solicitou que os estudantes formassem os grupos de trabalho. Como já haviam sido realizadas algumas AD e estas sempre eram desenvolvidas em grupos, os estudantes já se reuniam rapidamente, em geral, formando grupos com os mesmos integrantes ou variando apenas uma ou outra pessoa. Cada grupo recebeu duas folhas com a proposição da situação-problema; um conjunto de resistores (em torno de 15 resistores com diferentes resistências); pilhas; suportes para as pilhas; cabos/fios; uma placa *protoboard* e um multímetro. A resistência de cada um dos resistores podia ser obtida mediante a leitura do código de cores impresso sobre cada um deles (foco da AD-04). Feito a distribuição dos materiais, o professor realizou a leitura da situação-problema e teceu alguns comentários, orientado os grupos a pensarem e avaliarem os diferentes tipos de associações de resistores e frisando que fizessem o projeto do circuito antes de partirem para o teste experimental, com uso da placa *protoboard*. Essa orientação estava prevista, pois, embora possa restringir uma estratégia de resolução, pautada na tentativa de erro e acerto, ela visava fazer com que os estudantes compreendessem e enxergassem a relação entre um circuito representado em papel e o mesmo circuito montado sobre uma placa *protoboard*.

Nesta conversa inicial o professor também frisou a importância e o uso deste tipo de resistores, em circuitos impressos (placas), para controlar a

intensidade de corrente elétrica e desta forma proteger alguns outros componentes presentes em determinados circuitos. Este comentário atribuiu maior contexto e aplicabilidade para o conhecimento que pudesse ser construído ao longo da atividade, servindo de incentivo para os estudantes se dedicarem à elaboração de suas resoluções.

Elaboração de Hipótese(s), Estratégia(s) e Construção da Solução

O ponto inicial para a elaboração das estratégias de resolução surgiu ainda nos primeiros minutos de aula, momento em que o professor estava lendo e contextualizando a situação-problema. Um estudante (E) fez o seguinte questionamento ao professor⁸ (P):

E: Professor... A primeira coisa a ser feita é calcular o valor da resistência equivalente, não é?

P: Por quê?

E: Porque daí, como a gente vai usar três pilhas, medimos a tensão e a corrente é fixada pelo problema... Pode-se calcular qual deve ser a resistência equivalente, não é?

P: Bem, pode ser... Mas, procurem inicialmente trabalhar em seus grupos."

As perguntas feitas pelo estudante, de certa forma, induziram as estratégias de resolução seguidas pelos diferentes grupos, pois, o questionamento havia sido feito em voz alta. Mesmo assim, o desafio persistia, porque os estudantes necessitavam chegar a um circuito cujo valor da resistência equivalente fosse igual ou próximo daquele calculado a partir da previsão feita e indicada pelo aluno em seu questionamento dirigido ao professor.

Para fins de elucidação da linha de raciocínio presente nos grupos, retratamos um pequeno diálogo entre estudantes de um grupo e o professor:

E1: Professor! Professor... Podemos usar qualquer tipo de circuito destes daqui? [mostra exemplos de associações de resistores no livro].

P: Sim, pode ser a associação que vocês quiserem... Desde que atenda às restrições impostas pelo enunciado.

E2: Precisamos usar todos os resistores?

P: Podem usar todos ou alguns... Vai depender do circuito que vocês projetarem.

E3: Oh, professor, você poderia dar uma dica de quantos usar...

P: Bem, no teste que fizemos nós usamos mais de 3, mas não chegamos a usar todos... Então, vocês terão várias opções.

E2: Então, se der para fazer com 3 resistores pode ser só 3, não é?

P: Pode sim, desde que...

E1: Melhor a gente ir fazendo com mais e depois vamos tirando se o valor da resistência equivalente não permanecer entre estes aqui [se refere aos valores calculados a partir dos valores limites de corrente elétrica propostos pelo enunciado da situação-problema e utilizando o valor da ddp de 3 pilhas].

P: Veja, se você colocar todos em série ou todos em paralelo, não necessariamente, ao tirar um ou outro resistor, você vai chegar ao valor de resistência equivalente que você espera. Então, analisem o que acontece quando se associa resistores em série, em paralelo e numa associação mista. Porque a resistência equivalente vai depender da forma como os mesmos resistores estiverem associados, não é?

E2: Sim, sim... A gente sabe, mas, vai dar trabalho heim!"

Nesta conversa fica evidente a estratégia adotada pelo grupo: eles calcularam, inicialmente, qual deveria ser o valor aproximado da resistência equivalente, tomando como base os valores limites da corrente elétrica total do circuito (fornecidos no enunciado da situação-problema) e o valor da ddp

8. Nas transcrições, relativas às discussões ocorridas ao longo das aulas, entre estudantes e professor ou entre os próprios estudantes, identificaremos as falas de um estudante com a letra E, diferenciando-os por números (E1, E2, E3, etc), quando mais de um estudante participar da discussão retratada. Já as falas do professor serão identificadas pela letra P.

de três pilhas associadas em série. Em seguida, já com os valores das resistências de cada resistor lidas, foram fazendo hipóteses de possíveis configurações de circuitos. Inicialmente testavam as associações série e paralelo e perceberam que não conseguiriam resolver o problema dessa maneira. Sendo assim, partiram para as associações mistas e aí buscaram ajuda em exemplos do livro e com o professor para calcular a resistência equivalente. Os estudantes não apresentaram maiores dificuldades para compreenderem as regras e procedimentos para determinação da resistência equivalente em circuitos mistos, os quais ainda não haviam estudado.

Nesta parte de definição da estratégia a ser seguida, as dúvidas apresentadas pelos estudantes se voltavam para a determinação da resistência dos resistores, a partir da leitura do código de cores. Embora os estudantes já tivessem realizado uma atividade especificamente dedicada para este fim (AD-04), algumas dúvidas ainda persistiam. Os principais questionamentos se relacionavam ao valor de tolerância indicado nos resistores. Os estudantes perguntavam ao professor se deveriam ou não considerar a tolerância para assumir um valor final da resistência elétrica dos resistores. Se fosse o caso, a dúvida era se deveriam assumir a tolerância para mais ou para menos, ou seja, acrescentar ou diminuir do valor lido. Em dois, dos cinco grupos, os estudantes liam o valor da resistência e depois o comparavam com o valor medido usando o multímetro. As medidas feitas indicavam pequenas variações de valores e isso também gerou certa dúvida. O professor, quando questionado a este respeito explicou que era por isso que existia, já na indicação do próprio resistor, uma margem de tolerância. Diante disso os alunos queriam saber se usariam o valor lido ou o valor medido da resistência para efetuarem os cálculos. O professor deixou que eles tomassem essa decisão. Assim sendo, o que se percebeu é que os alunos preferiram adotar o valor lido mediante o código de cores, que não teve grandes implicações, pois, os valores medidos ficavam dentro das margens de tolerância indicados nos resistores.

Fechada esta primeira parte, que demandou um tempo significativo, a sequência do trabalho avançou bem e os grupos começavam a finalizar seus projetos teóricos de circuitos, fato que gerava bastante satisfação internamente nos grupos (satisfação da necessidade de competência). Ao mesmo tempo eles estavam ansiosos para testarem seus circuitos, mediante a montagem na placa *proto-board* e a realização das medidas, principalmente da corrente elétrica total do circuito. Nesta fase de montagem do circuito sobre a placa *proto-board* novamente começaram a surgir algumas dúvidas, pois, os estudantes ainda não conheciam este equipamento e necessitavam de uma explicação sobre a maneira correta de usá-la. Para tal, o professor passou aos grupos cópia de algumas páginas de um manual de instruções de uso de placas *proto-board* e foi auxiliando os mesmos sempre que era solicitado. Os estudantes conseguiam resolver boa parte de suas dúvidas internamente nos grupos, com o uso das instruções que lhes haviam sido fornecidas.

Quanto às medidas, os estudantes já conheciam o multímetro, pois, já o haviam utilizado em outras AD. Portanto, não tinham muitas dúvidas sobre seu uso (no livro texto tinha uma seção sobre instrumentos de medida, incluindo o multímetro), apenas alguns detalhes de ajuste de escala, a ser utilizada para a medida da corrente elétrica total do circuito, tiveram que ser fornecidos. Todos os procedimentos adotados pelo professor (ex: indicar página no livro texto; fornecer instruções escritas do manual da placa *proto-board*; fazer perguntas; fornecer dicas, entre outros) foram direcionados a conduzir os estudantes a maiores reflexões e aprofundamento nas suas análises. No conjunto, estas ações executadas pelo professor se configuraram em significativos suportes à promoção da autonomia dos estudantes, bem como, são promotores de trocas de ideias entre os estudantes nos grupos, fortalecendo o estabelecimento de relações positivas em prol à satisfação da necessidade de pertencimento.

Reflexão, Elaboração de Conclusões e Apresentação dos Resultados

Na parte final desta atividade, todos os grupos tiveram a oportunidade de apresentar sua resolução e montagem experimental do circuito aos demais colegas. Este foi um momento importante, pois, os estudantes puderam perceber que diferentes circuitos, com resistores de diferentes valores de resistência, associadas devidamente, consistiam associações válidas para responder a situação-problema. Neste sentido, mais uma vez, se colocava em cheque o fato de que só pode haver uma única forma e resposta certa para um problema. Afóra isso, foi um momento em que os estudantes puderam se expressar perante a turma e defender a resolução construída por eles.

Na figura 1 mostramos o resultado do trabalho feito por um dos grupos:

A Parte A da figura 1 se refere ao projeto teórico da associação e a Parte B ilustra a montagem da associação na placa *protoboard*, bem como, indica (no visor do multímetro) o valor medido da corrente elétrica total da associação. Este grupo havia montado um circuito com associação mista de 4 resistores, alcançando um valor de resistência

equivalente igual a $118,24 \Omega$. A corrente elétrica total no circuito foi calculada com base em um valor de ddp de $4,5 \text{ V}$, considerando que cada uma das três pilhas tivesse $1,5 \text{ V}$. Portanto, fazendo o cálculo obtiveram um valor correspondente a 38 mA para a corrente elétrica total no circuito, ficando dentro da margem prevista no enunciado da situação-problema (Parte A da figura 1). Quando montaram o circuito na placa *protoboard* (Parte B da figura 1), obtiveram uma medida de corrente elétrica total no circuito igual a $39,9 \text{ mA}$. O valor lido gerou certa surpresa nos estudantes, pois, esperavam um valor igual ou bem próximo daquele que haviam previsto.

Diante disso, o professor orientou o grupo a justificar o porquê da existência desta diferença entre o valor previsto teoricamente e o medido. Para tal, o grupo resolveu medir a ddp da associação de pilhas que estavam utilizando e perceberam que o valor da ddp era de $4,7 \text{ V}$. Além disso, resolveram medir o valor da resistência equivalente no circuito montado e obtiveram um valor igual a $117,9 \Omega$. A partir daí puderam fazer os cálculos e comparar todos os valores medidos com os previstos no projeto e, conseqüentemente, avaliar e compreender o porquê da diferença entre o valor da corrente elétrica total do circuito prevista teoricamente e a medida experimentalmente.

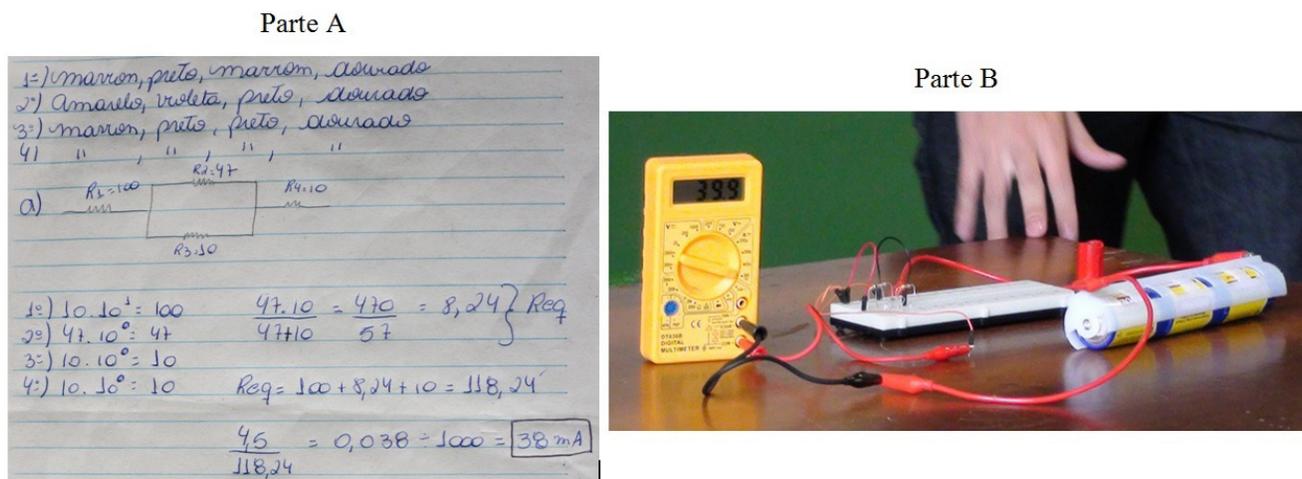


Figura 1. Extrato da produção do Grupo A (AD-06).

Estas mesmas diferenças foram constatadas em outros grupos e foram debatidas neste momento final de desenvolvimento da atividade. Dentre vários aspectos ressaltados, o professor chamou a atenção para um deles, presente e evidenciado na associação proposta por um dos grupos, conforme explicitado na figura 2:

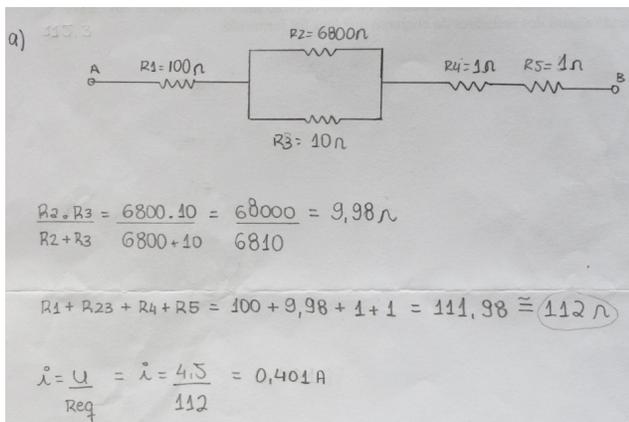


Figura 2. Extrato da produção do Grupo B (AD-06).

No circuito proposto por este grupo, há uma associação paralela de dois resistores com resistências bastante diferentes, ou seja, um resistor de 6800 Ω e outro de 10 Ω . A resistência equivalente destes dois resistores é igual a 9,98 Ω , muito próxima do valor do menor resistor presente na associação. Portanto, este foi um momento propício para que fosse ressaltada esta característica das associações paralelas de resistores. Os estudantes ainda não haviam se dado conta desta característica e a atividade, por sua natureza investigativa e com alto grau de liberdade, permitiu que se revelasse este aspecto e que este fosse ressaltado e debatido, oportunizando assim, uma maior compreensão conceitual para os estudantes. Ressalta-se ainda que o circuito proposto (figura 2), quando ligado a uma ddp de 4,5 V, não atende a exigência do desafio feito, embora se aproxime bastante.

Por fim, vale destacar que embora esta tenha sido uma atividade voltada internamente à Física e

bastante desafiadora, ela foi citada por alguns estudantes, durante as entrevistas, como sendo uma das atividades que mais lhes interessou, conforme ilustram as duas falas transcritas e representadas abaixo⁹:

“Entrevistador: De todas as atividades feitas, quais as três que você mais gostou ou que foram mais interessantes para você? Por quê?”

Tânia: A dos resistores, de montar o circuito, eu achei bacana! Essa foi legal porque existia uma margem de corrente e o circuito teve que ser montado respeitando aquilo. Aí, quando não dava certo, tinha que descobrir como era, por que, etc... **Eu me senti, como vou dizer, mais curiosa em chegar ao resultado**, porque tinha que respeitar aquela margem. Quando dava um pouquinho menos, dava-se um jeito de aumentar, tipo assim, trocando algum resistor por outro ou reformulava o circuito.”

“Igor: [...] Gostei também daquela sobre montagem e análise de circuitos com resistores, em que tinha uma margem prefixada para a corrente total. **Gostei dela porque eu não havia entendido muito bem o assunto e a partir dessa atividade eu consegui entender bastante.**”

Nestes dois depoimentos percebem-se razões distintas para justificar o interesse e gosto pela atividade. A Tânia explicitou uma característica que está atrelada à configuração e proposição da atividade, que para ela proporcionou uma sensação de curiosidade para construir uma solução. Já para Igor, o gosto pela atividade esteve no fato dela suprir uma lacuna de entendimento conceitual relacionado à associação de resistores. Ambas as justificativas são significativas no sentido de destacar e dar importância à atividade como um todo.

Satisfação da Necessidade de Pertencimento

Para avaliar aspectos relativos à necessidade psicológica básica de pertencimento foi necessário,

8. Os nomes utilizados para identificar os estudantes entrevistados são pseudônimos e foram mantidos os mesmos ao longo de todo artigo.

inicialmente, buscar na literatura indicadores que pudessem sinalizar se em um dado contexto/ambiente há ações que dão suporte para sua satisfação. Para isso, nossa avaliação se fundamentou em análises qualitativas do contexto em sala de aula (observação direta), bem como, nas declarações dos estudantes e professor quando entrevistados (auto relatos).

Um suporte importante para a satisfação de pertencimento é a viabilização de *relacionamentos interpessoais positivos* (BAUMEISTER; LEARY, 1995; GUIMARÃES; BORUCHOVITC, 2004). Assumimos este aspecto como um marcador, isto é, analisamos se ao longo das AD ocorreram interações entre os estudantes nos grupos e entre eles e o professor. A partir daí é fundamental avaliar a qualidade dessas interações, pois, para favorecer a necessidade de pertencimento elas devem se tornar calorosas, de afeto e preocupação mútua (REEVE, 2006). Com isso, chegamos a um segundo critério de análise, qual seja: *Relações de confiança entre alunos e alunos-professor*. O terceiro marcador - *vinculações seguras e satisfatórias* - se volta para um olhar abrangente sobre a necessidade de pertencimento, focando a satisfação das relações mediante as percepções de vínculos sociais.

Relacionamentos interpessoais positivos

A dinâmica adotada para o desenvolvimento das AD privilegiava trabalhos em grupos, favorecendo a troca e debate de ideias entre os estudantes. Esse envolvimento e participação ativa dos estudantes pôde ser constatado mediante acompanhamento das aulas, bem como, fica explicitado no diálogo retratado na sequência:

E1: Aqui é o selo da geladeira 1 e aqui é o selo da geladeira 2... Aqui está o preço. A geladeira 2 é mais barata...

E2: Mas você vê aqui... A que é mais cara vai ter um melhor consumo.

E1: Sim... Depois de um tempo ela deve compensar.

E2: Por quê?

E3: A geladeira 2 é a mais barata e consome 70 kWh/mês.

E1: Mas a melhor compra mesmo será a geladeira 1.

E3: Mas ela é mais cara...

E1: Mas, olhem... Essa daqui é mais cara [refere-se à geladeira 1] mas o consumo de energia dela é menor. Vai chegar um momento que essa diferença aqui do preço vai ser sanada, compensada pelo consumo que é menor. Então, vai ser sanada no preço da conta de luz... A que consome menos é mais cara, mas...

E2: Cerca de 15 kWh/mês a menos."

Este diálogo ocorreu ao longo do desenvolvimento da AD-05, no momento em que estavam levantando suas hipóteses. Esta atividade propunha como desafio aos estudantes a elaboração de um parecer justificando qual seria a melhor compra entre duas opções de geladeiras. Para que os estudantes pudessem responder ao solicitado eles tinham conhecimento do preço de cada uma das geladeiras bem como das informações contidas no selo Procel de cada uma delas.

Consta-se que os estudantes discutiam suas hipóteses/ideias para chegarem à formulação das estratégias de resolução e, conseqüentemente, nas resoluções propriamente ditas. Da mesma forma, observaram-se relacionamentos interpessoais positivos entre os estudantes e o professor, conforme demonstrado na seção anterior, especificamente, na subseção Elaboração de Hipótese(s), Estratégia(s) e Construção da Solução.

Sobre esse aspecto também investigamos a visão e percepção dos estudantes, mediante a realização de entrevistas. Nas entrevistas percebemos, com frequência, falas que valorizavam a possibilidade de poderem escolher os integrantes da equipe, possibilitando o trabalho com colegas com os quais já mantinham uma relação afetiva (amizade, confiança, respeito). Por exemplo, vejamos a fala do aluno Alex:

Entrevistador: Agora, em relação a formação dos grupos, vocês tiveram a liberdade de fazer a escolha dos membros do grupo?

Alex: Sim, sim. A única coisa que tinha estipulado era o número de pessoas no grupo, né. Que foi variável ainda, pois, teve grupo que teve mais e grupo que teve menos.... e o resto foi tudo da nossa escolha.

Entrevistador: E o que você acha disso, de ter liberdade para escolher os membros do grupo?

Alex: **É bom, porque, tipo... eu posso trabalhar com quem eu conheço, com quem eu tenho mais afinidade. Ah, vamos supor que eu vou trabalhar com quem eu não tenha tanta afinidade, talvez eu fique um pouco preso aí** e acabe não me desenvolvendo do jeito que eu me desenvolveria com os amigos, por exemplo."

Na fala de Alice também se percebe o destaque para a relação de afinidade entre os membros do grupo:

Entrevistador: Em relação aos grupos de trabalho, pois, vocês trabalhavam em grupos. Vocês tiveram liberdade para escolher os membros do grupo?

Alice: Tivemos.

Entrevistador: O que você acha disso?

Alice: **Eu acho que é legal, porque a gente se dá bem com algumas pessoas, por ter a liberdade de até expor a opinião de não saber fazer e aprender, né. E não de ficar com alguém que você fica com medo de falar.** Então, eu acho que isso foi legal."

Destas falas depreende-se que a liberdade de escolha dos integrantes dos grupos teve reflexo positivo no desenvolvimento das AD e, consequentemente, sobre a aprendizagem dos estudantes. A liberdade e sensação de poder expressar suas dúvidas e de saber que será ajudada, conforme declarou Alice, é um elemento significativo no processo de ensino-aprendizagem. Ao mesmo tempo, tem-se aí um elemento importante para o suporte à necessidade de pertencimento, isto é, permitiu-se que a afinidade entre os estudantes desempenhasse um papel importante na construção das resoluções das situações-problema inerentes às AD.

O trabalho em grupo foi muito bem aceito pelos estudantes e permitiu alcançar bons resultados, conforme observado ao longo das implementações das AD e destacado pelos estudantes. Para exemplificar, retratamos parte da entrevista de Igor:

Entrevistador: Como vocês procederam internamente no grupo para construir as soluções?

Igor: **Nós sempre discutimos bastante e fomos tentando mesmo.** Por exemplo, um falava uma coisa e aí a gente discutia e via se tinha alguma possibilidade de ser por aí e se sim, tentávamos... Se não dava certo nós voltávamos para trás e refazíamos até conseguir."

A troca e discussão de ideias, estimulada pela busca de uma solução às situações-problema, envolvia também o professor sempre que alguma dúvida não fosse superada nos grupos:

Entrevistador: Durante as atividades você conseguiu expor as tuas ideias e discuti-las com seus colegas ou com o professor, quando de seu interesse?

João: Com certeza, a gente tinha total liberdade. **Como estávamos em um grupo e tínhamos afinidade, nós discutíamos bastante sobre o assunto** e quando tínhamos dúvidas ou um não concordava com a ideia do colega, nós chamávamos o professor para nos ajudar e ver qual ideia estava certa. Então, nós discutíamos bastante o assunto.

Entrevistador: Você acredita que isso contribuiu para a sua aprendizagem?

João: Sim, com certeza, **porque a discussão ela trás novas ideias.** A partir destas novas ideias é possível compreender os conceitos focados."

Destaca-se da fala de João novamente o aspecto da afinidade e o trabalho coletivo, elementos afetivos que fortalecem e nutrem a necessidade de pertencimento. Além disso, segundo expresso no relato de João, a afinidade é relevante para a formação de um contexto favorável ao debate de ideias no grupo.

Relações de confiança entre alunos e alunos-professor

Neste momento avançamos nossa análise sobre as relações estabelecidas entre os estudantes e entre eles e o professor, buscando uma qualificação das mesmas de forma a constatar aspectos como: afeto, preocupação e confiança. Isso já está, em certa medida, refletido nas falas apresentadas anteriormente, porém, destacamos outras em que isso fica mais evidente.

Na entrevista realizada com Júlia, fica evidenciado o sentimento de confiança estabelecido entre os estudantes e seus grupos:

“Entrevistador: Eu vou elencar três aspectos que fizeram parte do processo de desenvolvimento das atividades e aí irei perguntar para que você indique qual deles foi mais significativo para a sua aprendizagem. Primeiro, vocês tiveram liberdade para escolher um grupo de trabalho; segundo, puderam manipular materiais e o terceiro aspecto é que vocês puderam elaborar estratégias e soluções discutindo-as livremente no grupo e também com o professor. Destes três aspectos qual você considera mais importante para sua aprendizagem?

Júlia: Eu acho que o último que é de podermos debater nossas ideias internamente no grupo. Acho que é porque se a gente está sozinho e não tem mais gente para poder debater a gente fica meio perdido, fica sem saber como fazer e aí vai para o livro e também não acha nada porque já está se sentindo perdida, sei lá.... **Quando você está aí com mais gente e pode discutir suas ideias com eles, que também não são gênios e precisam de ajuda, e ainda tem o professor para poder te dar um auxílio eu acho que tu aprende melhor** e ainda mais podendo ver a prática depois. Meu, eu gostei... Devia ter sido assim nos três anos.”

O sentimento de confiança também é externado na fala de Pedro:

“Entrevistador: O que você acha, estas atividades foram interessantes? Você gostou de fazer estas atividades?

Pedro: Sim, foram muito interessantes. Até **porque tinha que confiar não só na gente, mas também nos nossos amigos que provavelmente eles teriam uma saída diferente da saída que a gente pegou como base. Mas, no final a gente sempre chegou em um consenso** que ajudou a gente se unir em um grupo fechado para tentar encontrar a saída do problema.”

Tanto Júlia quanto Pedro reconhecem que a possibilidade do trabalho coletivo, mediante troca de ideias e possibilidade de auxílio mútuo, foi importante para sua aprendizagem. Felipe também destacou a importância do trabalho em grupo, valorizando a oportunidade da troca de ideias:

“Entrevistador: Você acredita que foi importante trabalhar com quem você queria?

Felipe: Sim, porque eles me ajudavam no que eu precisava para poder entender o assunto e **eu também podia ajudar eles** em qualquer momento pra construir as soluções.”

A ajuda prestada pelo professor aos estudantes, para construírem suas resoluções, desempenha um papel fundamental para a promoção das necessidades psicológicas básicas, em especial para a de pertencimento. Por esta razão é significativo que a ajuda prestada aos estudantes durante o desenvolvimento das AD seja analisada. Para tal, tomamos como referência as descrições feitas pelos estudantes quando questionados sobre isso, dentre elas, as seguintes:

“Entrevistador: No desenvolvimento das atividades vocês trabalhavam em grupos e o professor prestava ajuda quando solicitado por vocês.....

Alex: É ele ia orientando.

Entrevistador: E como era esta orientação/ajuda? Você consegue falar um pouco mais sobre isso?

Alex: É, na verdade, **ele dificilmente dava a resposta direta, né. Ele estimulava que a gente buscasse e entendesse.** Muitas vezes, ah... tinha um cálculo que estava errado, aí ele perguntava: por que isso aqui tá errado? Ele não chegava e falava, está aqui o erro. **Ele estimulava** para que a gente mesmo achasse o erro.

Entrevistador: E o que você acha disso?

Alex: **É bom, porque estimula a gente a pensar e tudo mais."**

Ana: Ele encaminhava a gente a continuar em nossas estratégias. **Ele não dava respostas imediatas, prontas, sei lá... Ele dava dicas e fazia perguntas até a gente conseguir seguir.**

Entrevistador: O que você acha dessa forma de agir do professor?

Ana: **Eu achei ótimo assim.** Porque assim aos poucos conseguíamos chegar nas soluções. **E essa forma também fez com que despertasse mais a nossa curiosidade."**

Entrevistador: E o que você acha dessa forma de trabalho, ou seja, de o professor não oferecer a resposta pronta?

Felipe: **Ah, é super importante. Ele não pode dar a resposta, porque senão vai estragar né!** Então, acho que o importante é você dar um rumo para o aluno... Assim como era feito pelo professor."

Estas falas evidenciam que a ajuda do professor foi solicitada constantemente e que ele fez com que os estudantes pensassem sobre suas dúvidas, conduzindo-os a superá-las mediante pequenas intervenções, dicas ou questionamentos. Os estudantes também destacaram alguns outros aspectos importantes e que mantêm estreita relação com a motivação intrínseca. Por exemplo: Alex mencionou que a forma como o professor prestou a ajuda a seu grupo foi boa porque os estimulou a pensar mais sobre o assunto; Ana afirmou que a maneira de agir do professor fez com que despertasse mais a curiosidade deles e Felipe ressaltou que se fossem oferecidas respostas prontas ao invés de dicas, orientações ou questionamentos, estragar-se-ia a atividade. Estes últimos aspectos destacados mantêm estreita relação com a motivação intrínseca dos estudantes, favorecida pela satisfação da necessidade de pertencimento.

Conexões seguras e satisfatórias

Para plena satisfação da necessidade de pertencimento é fundamental que os estudantes tenham,

para além dos suportes acima descritos, uma percepção de vínculo social. As AD proporcionaram um ambiente de ensino-aprendizagem em que este aspecto afetivo pudesse ser gradativamente satisfeito. Sobretudo, merece destaque que a liberdade para formação dos grupos de trabalho e o próprio trabalho em grupo (a sensação de se sentir à vontade e integrado) contribuiu para a satisfação da necessidade de pertencimento e para o estabelecimento de conexões seguras e satisfatórias. Isso fica mais claro na fala de Felipe, ao ser questionado sobre o que o motivou a participar da realização das AD:

Entrevistador: Pelo acompanhamento que fiz, pude perceber que você procurou participar ativamente das atividades, é isso? O que te motivou a participar das atividades?

Felipe: No começo, eu vou admitir (risos) eu fazia para conseguir nota ou não ser prejudicado, porque em Física eu muitas vezes tive problema com isso. Mas, depois no decorrer do tempo... **As vezes eu nem ficava interessado de começo, mas, daí no grupo os colegas começavam a perguntar: você tem alguma ideia para fazer isso? Daí eu pensava e via que eu era importante no meu grupo, eles queriam me ajudar e eu também sentia vontade em ajudá-los a chegar em uma solução.** Aí a gente se unia e fazia tudo em conjunto. Então, embora passasse a ver que as atividades eram legais e importantes, **o que me motivou bastante foi o trabalho em equipe. Me fizeram sentir eu era importante! E da mesma forma eu considero que cada um deles foi importante para a minha aprendizagem."**

Felipe deixou bem claro que um dos principais motivos, acima da percepção das atividades serem "legais e importantes", foi o trabalho em grupo. Ao perceber que fazia parte daquele grupo e que poderia contribuir no trabalho a ser feito, ele motivou-se para participar do processo de construção das resoluções, ajudando e sendo ajudado pelos colegas para que nesta troca pudessem ampliar suas aprendizagens. Em relação a isso, constata-se que o trabalho em grupo foi significativo para ele

se sentir importante no grupo e capaz de auxiliar os colegas na construção das resoluções, o que reflete um fortalecimento também de sua necessidade de competência. Fatos desta ordem atrelam importância aos elementos de natureza afetiva e de bem-estar no processo de ensino-aprendizagem, aos quais se tem dado pouca relevância no ensino de ciências.

Considerações Finais

A intervenção didático-pedagógica focou-se no desenvolvimento de AD de caráter investigativo, centradas em situações-problemas com graus de dificuldade diferentes. Tivemos esta preocupação, pois é sempre importante que as situações-problema possam desafiar os estudantes de forma a trazer a tona sua curiosidade e vontade pela busca de uma solução. O enfrentamento de situações-problema com crescente poder desafiador também é significativo para o aprimoramento das necessidades psicológicas básicas. Exigindo a mobilização de maior número de habilidades e conhecimentos (competência); maior autoria e protagonismo na elaboração das resoluções (autonomia) e trocas efetivas de ideias, com reciprocidade e confiança (pertencimento).

A necessidade de pertencimento é satisfeita na medida em que são estabelecidos elos e vínculos emocionais com outras pessoas, isto é, nós temos uma vontade de interagir socialmente, de pertencer, de sermos aceitos e valorizados (DECI; RYAN, 2000; REEVE, 2006). Portanto, o estudante em sala de aula deve conseguir estabelecer uma interação saudável com os colegas e com o professor de forma a atender a esta necessidade psicológica. Durante o desenvolvimento das AD constatou-se que o trabalho em grupo favoreceu, por exemplo: a troca de ideias; a cooperação e ajuda entre colegas; o debate de opiniões diversas e divergentes; defesas de pontos de vista e busca de consensos. Tudo isso, associado a um clima de respeito, de organização e de responsabilidade para atingir o objetivo buscado, proporcionou a eles uma participação ativa

e valorizada no contexto social formado por esta turma e seu professor. Os relatos obtidos durante as entrevistas, alguns deles retratados ao longo do artigo, evidenciaram que os estudantes se sentiram envolvidos e puderam participar de forma ativa durante o desenvolvimento das atividades, corroborando nosso entendimento de que a necessidade de pertencimento tenha sido nutrida e satisfeita.

Por fim, manter uma atenção para aspectos afeto-cognitivos no ensino da física, concebendo a importância das necessidades psicológicas básicas, em particular a de pertencimento, é importante para proporcionar um ambiente escolar favorável à troca e discussão ideias para a construção do conhecimento com maior protagonismo dos estudantes. Isso, conforme resultados apontados neste artigo, é possível mediante perspectivas didático-pedagógicas que permitam a participação ativa dos estudantes, bem como, favoreçam a configuração de ações de ensino pautadas em trabalhos coletivos e que instiguem os estudantes a se interessar e engajar nas atividades propostas. Consideramos que estes aspectos podem ser satisfeitos mediante ações de ensino-aprendizagem fundamentadas no ensino por investigação, conforme experiência relatada e analisada, mas também será viável em outras perspectivas didático-pedagógicas que se atenham aos aspectos afeto-cognitivos.

Referencias Bibliográficas

- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de Aula. In: CARVALHO, A. M. P. de (org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. 2ª reimp. (1ª ed. 2004), São Paulo: Cengage Learning, 2009. p. 19-33.
- BALLENILLA, F. **Enseñar Investigando: cómo formar profesores desde la práctica?** 3ª. ed. Sevilla: Díada, 1999. (Serie Practica, n.12. Coleção Investigación y Enseñanza).
- BAUMEISTER, R. F.; LEARY, M. R. The need to belong: desire for interpersonal attachments as a

- fundamental human motivation. **Psychological Bulletin**, v. 117, n. 3, p. 497-529, 1995.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 2006. (Orientações curriculares para o ensino médio, volume 2).
- _____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.
- _____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- _____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394, de 20/12/1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm
- CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.
- CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; ALVES FILHO, J. P. Potencialidades do Ensino por Investigação para Promoção da Motivação Autônoma na Educação Científica. **Alexandria (UFSC)**, v. 8, p. 101-129, 2015.
- _____. A Qualidade da Motivação em Estudantes de Física do Ensino Médio. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 84-95, 2014.
- CLEMENT, L. **Autodeterminação e Ensino por Investigação: Construindo Elementos para Promoção da Autonomia em Aulas de Física**, 334 p. Tese de Doutorado. UFSC, Florianópolis, 2013.
- CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A. Atividades Didáticas de Resolução de Problemas e o Ensino de Conteúdos Procedimentais. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciências**, v. 6, n. 1, p. 87-101, 2011.
- _____. Resolução de Problemas de Lápis e Papel numa Abordagem Investigativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 2, p. 98-116, 2012.
- DECI, E. L.; *et al.* Motivation in education: the self-determination perspective. **Educational Psychologist**, v. 26, n. 3/4, p. 325-346, 1991.
- DECI, E. L.; RYAN, R. M. **Intrinsic motivation and self-determination in human behavior**. New York. Plenum Press, 1985.
- _____. The “What” and “Why” of Goal Pursuits: human needs and the Self-Determination of Behavior. **Psychological Inquiry**, v. 11, n. 4, p. 227-268, 2000.
- FLOR, J. I. **Recursos para la investigación en el aula**. 2ª ed. Sevilla: España, DÍADA, 1996. 82 p. (Serie Practica, n. 8. Colección Investigación y Enseñanza).
- GARCÍA, E. J.; GARCÍA, F. F. **Aprender investigando: una propuesta metodológica basada en la investigación**. 7ª. ed. Sevilla: España, DÍADA, 2000. 93 p. (Serie Practica, n. 2. Colección Investigación y Enseñanza).
- GUIMARÃES, S. E. R.; 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, p.143-150, 2004.
- MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista Ensaio**, Belo Horizonte: UFMG, v. 9, n. 1, 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning**. 10th Printing, Washington D.C.: National Academy Press, 2008. 202 p.
- OSTERMAN, K. F. Students’ need for belonging in the school community. **Review of Educational Research**, v. 70, n. 3, p. 323-367, 2000.
- REEVE, J. **Motivação e Emoção**. Tradução de Luís Antônio Fajardo Pontes e Stella Machado. 4ª ed., Rio de Janeiro: LTC, 2006. 287 p.
- REEVE, J.; SICKENIUS, B. Development and validation of a brief measure of three psychological

needs underlying intrinsic motivation: the AFS scales. **Educational & Psychological Measurement**, v. 54, n. 2, p. 506-516, 1994.

Rodrigues, B. A.; Borges, A. T. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. In: **Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, XI, 2008, Curitiba. Atas do XI EPEF, Curitiba: SBF, 2008.

Ryan, R. M.; Deci, E. L. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. **Contemporary Educational Psychology**, v. 25 n. 1, p.54-67, 2000a.

_____. Selfdetermination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. **American Psychologist**, v. 55 n. 1, p. 68-78, 2000b.

Ryan, R. M.; Powelson, C. L. Autonomy and relatedness as fundamental to motivation and education. **Journal of Experimental Education**, v. 60, p. 49-66, 1991.

Ryan, R. M.; STILLER, J.; LYNCH, J. H. Representations of relationships to teachers, parents, and friends as predictors of academic motivation and self-esteem. **Journal of Early Adolescence**, v. 14, p. 226-249, 1994.

Sá, E. F. *et al.* As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso especialização em ensino de ciências. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. Anais do VI ENPEC, Florianópolis: ABRAPEC, 2007.





DE LA PAIDEIA GRIEGA Y TÉRMINOS DE LA PROBABILIDAD

Greek paideia and terms of probability

Fernando León Parada¹

Para citar como este artículo: León F. (2016). De la paideia griega y términos de la probabilidad. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 11(1), 43-54. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a3

Recibido: 29 de diciembre 2015 / Aceptado: 10 de junio de 2016

Resumen

Este artículo contiene tres aspectos del marco teórico de una investigación doctoral en curso, sobre un tema de la didáctica de las matemáticas relacionado con la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos básicos de la Teoría de la Probabilidad a nivel universitario. Su propósito es el de fundamentar la tesis de que estos conceptos no fueron definidos formalmente desde alguna teoría específica, sino que son producto de un intrincado devenir en la cultura occidental a partir de nociones primordiales que aparecen en los mitos de la Antigua Grecia. El primer aspecto trata la noción de incertidumbre, con la cual los pensadores griegos describían la impredecible voluntad de los dioses y diosas, como las Parcas o Moiras, que personificaron en la diosa Tyche (para los romanos Fortuna), como lo comenta el escritor e historiador alemán Werner Jaeger en su libro *Paideia: Los ideales de la cultura griega*. Un segundo aspecto trata el concepto del azar, pero desde dos enfoques distintos: el primero es el azar, visto desde el conocimiento innato; Platón lo denotaba con el término *tyche* ya desmitologizado, como nos lo indica el mismo Jaeger. El segundo enfoque del azar fue desarrollado por Aristóteles desde una perspectiva que podría llamarse *fenomenológica*, con la que intentó articular la incertidumbre con un discurso que parte de la hipótesis llamada *causalidad*, término distinto de *casualidad* y del segundo término de la expresión *generación espontánea*, atribuyendo la *incertidumbre* a la ignorancia del futuro para respetar el flujo causal. El tercer aspecto de este artículo se refiere a ciertas acepciones y etimologías de vocablos que finalmente se convirtieron en términos técnicos de la moderna Teoría de la Probabilidad, para confirmar la tesis arriba enunciada.

Palabras Claves: paideia, indeterminismo, incertidumbre, probabilidad, aleatoriedad, estocástico.

1. Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación DIE-UD, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Miembro investigador del grupo GILPLYM, insitucionalizado en el CIDC de la UD. Profesor Asociado-Proyecto Curricular de Ingeniería de Sistemas, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. profeleonp@gmail.com, profeleonp@hotmail.com

Abstract

This paper addresses three aspects of the conceptual framework for a doctoral dissertation research in process in the field of Mathematics Education, in particular, in the subfield of teaching and learning basic concepts of Probability Theory at the College level. It intends to contrast, sustain and elucidate the central statement that the meanings of some of these basic terms used in Probability Theory were not formally defined by any specific theory but relate to primordial ideas developed in Western culture from Ancient Greek myths. The first aspect deals with the notion of uncertainty, with that Greek thinkers described several archaic gods and goddesses of Destiny, like Parcas and Moiras, often personified in the goddess Tyche—Fortuna for the Romans—, as regarded in Werner Jaeger's "Paideia". The second aspect treats the idea of hazard from two different approaches: the first approach deals with hazard, denoted by Plato with the already demythologized term 'tyche' from the viewpoint of innate knowledge, as Jaeger points out. The second approach deals with hazard from a perspective that could be called "phenomenological", from which Aristotle attempted to articulate uncertainty with a discourse based on the hypothesis of causality. The term 'causal' was opposed both to 'casual' and to 'spontaneous' (as used in the expression "spontaneous generation"), attributing uncertainty to ignorance of the future, thus respecting causal flow. The third aspect treated in the paper refers to some definitions and etymologies of some other modern words that have become technical terms in current Probability Theory, confirming the above-mentioned main proposition of this paper.

Keywords: Paideia, indeterminacy, uncertainty, probability, randomness, stochastics.

Introducción

El presente artículo se propone comentar que algunos términos básicos de la rama de las matemáticas conocida como probabilidad no provienen de una teoría particular, ni se encuentran en el marco de una ideología específica, sino que son creaciones aisladas que aparecieron en las narrativas históricas para describir la naturaleza de los fenómenos no determinísticos. La comprensión de esta propuesta contiene tres aspectos en los cuales aparecen los términos básicos asociados al concepto de la probabilidad. El primer aspecto se refiere a las historias mitológicas de los griegos presocráticos donde la

noción de *incertidumbre* estaba relacionada con los acontecimientos de su mundo y de la vida de los hombres; los sabios presocráticos mantuvieron ese concepto sin cuestionar o poner en duda la realidad de sus mitos pues temían a los dioses tanto como para no poder escapar de sus designios.

El segundo aspecto trata el término del azar desde dos enfoques distintos. El primero es respecto del conocimiento innato, explicación con la cual Platón pretendía mostrar que su filosofía era un argumento para la existencia de sus divinidades expresadas con el término *tyche* (en griego: *Τύχη*), el cual ya había sido incorporado en el lenguaje de los poetas

griego anteriores. El uso de este término se derivaba de las narraciones sobre hechos proverbiales del sabio presocrático Anaximandro, quien explicaba cómo el aire era el elemento originario de la vida y utilizaba el término *apeiron* para referirse a lo no determinado, aquello que no tiene forma pero que incluye todo lo que existe y que por tanto así debía gobernar a todo.

Pero ese aspecto del azar encierra un segundo enfoque muy distinto: aquel donde los fenómenos no ocurren *per se*, sino que tienen una causa que los produce. Aristóteles, discípulo predilecto de Platón, considera el azar (*chance* en inglés) desde la perspectiva de la *causalidad*; pero advierte que existe una causa primera, inamovible, inmutable, imperecedera y la única sin causa.

El tercer aspecto se dedica a relacionar vocablos que se introdujeron como términos técnicos del campo científico disciplinar, como la misma palabra probabilidad y los términos estocástico, aleatorio (*random* en inglés) y la verosimilitud. También hay otros vocablos del lenguaje ordinario relacionados con el concepto del azar pero que no son incorporados como términos técnicos de la probabilidad, debido a que se sitúan en contextos diferentes.

La conclusión es, entonces, que los términos de la probabilidad tienen orígenes en épocas remotas y diversas que los antiguos pensadores griegos promovieron desde la mitología, pues el concepto sobre lo indeterminado y los que con él se relacionan no son producidos por una sola teoría particular sino por el devenir de la historia cultural de occidente.

Finalmente, fue Platón quien estableciendo la *paideia*, institucionalizada luego como educación, quiso que los educados en la Antigua Grecia creyeran en las divinidades referidas con el término *tyche*, existente modo innato según él en las ideas de los hombres. Y fue Aristóteles, su paciente y crítico alumno, quien debía rebelarse ante semejante creencia para disponer luego, con la razón y la dialéctica, el sentido de la *causalidad* que hizo comprender el concepto de la probabilidad hasta el inicio del siglo XX.

La incertidumbre en la era presocrática

Esta primera parte se refiere a las historias mitológicas de los antiguos griegos sobre la noción originaria que suscita el término incertidumbre. Distintos vocablos arcaicos sobre lo indeterminado y el indeterminismo (como *apeiron*) aparecen desde que los pensadores de la Antigua Grecia trataron de expresar hechos y fenómenos de su mundo histórico que no podían ser explicados por la razón (*logos*) ni por la técnica (*téchne*).

La incertidumbre en la era presocrática del mundo occidental estaba relacionada con los acontecimientos de su mundo y de la vida de los hombres. Su concepto se hallaba envuelto por fantasías de la mente humana que atribuían poderes a *dioses* y a *divinidades* con los que doblegaban las fuerzas de la naturaleza, como las Parcas y las Moiras. El poeta griego Arquíloco se refería a la paciencia y al pragmatismo del hombre que sufría limitaciones causadas por la ira de los dioses y por los misterios del destino, tal como lo describe Jaeger (2001): “*Exhorta a sus amigos a resistir paciente y virilmente el infortunio y aconseja ofrendarlo todo a los dioses. Tyche y Moira dan al hombre cuanto tiene*” (Libro I, pg.118).

Fueron los sabios presocráticos Empédocles y Anaxágoras quienes explicaron que los fenómenos naturales se originaban por una necesidad “absoluta”, en oposición a una necesidad “hipotética”. Al igual que Demócrito, quien sostenía que el orden en los cielos era producto de la casualidad, es decir, de hechos que ocurren de modo necesario, pero sin causa o propósito alguno, como si se tratase de un nivel de orden contrario para que no ocurra lo esperado, Empédocles consideraba que las actividades de los animales, el movimiento del aire –y posiblemente todo en la naturaleza– se producía por azar o por casualidad (Dudley, 2012, pg. 154).

La incertidumbre, descrita con el término *tyche* por Jaeger (2001), le permitía a los antiguos presocráticos expresar la voluntad que tenían sus dioses para modificar el destino de los acontecimientos del mundo. La distinción semántica con el término

fortuna o *fortuito* (en latín, *fortuitus*) se hizo evidente al aceptarse entre los romanos este último término solo para significar las circunstancias desconocidas por las cuales ocurrían los hechos favorables en la vida de los hombres.

En los mitos griegos la sujeción del hombre partía desde el nacimiento; la duración de la vida y la forma de la muerte ya estaban prescritas por los dioses y serían ejecutadas por tres divinidades llamadas Moiras: Cloto era la que en un huso hilaba el destino de la vida, Láquesis medía la longitud del hilo y Átropos era la encargada de cortar el hilo y recoger el huso o la rueca (Platón, 1988, pg. 495-496).

Por tanto, el origen y el desarrollo de la noción de incertidumbre nace en nuestra cultura occidental del acontecer de los antiguos sabios griegos, entre éstos Misón de Quen, mencionado por García (1995): “Antaño, el oráculo de Delfos lo proclamó el más sabio de los hombres...” (pg.118). También nace de varios poetas como el vidente Epiménides de Creta, el supersticioso Menedemo de la escuela cínica, el hedonista Epicuro de Samos y el adivino ciego Tiresias de Tebas, entre otros. Los hombres caracterizados por el éxito de intuir acontecimientos futuros a través de sueños reveladores o de premoniciones espontáneas eran los encargados de informar sobre los acontecimientos que sucederían en el transcurso del tiempo y de explicar o descubrir las causas por las cuales ocurrían fenómenos extraños en la historia de los pueblos. La *adivinación* era una profesión respetada por casi todos los gobernantes de esas comunidades.

El azar desde dos enfoques: el innatista y el fenomenológico

La noción de incertidumbre se recoge en los poetas griegos a través de la diosa Tyche, una divinidad o deidad encargada de prescribir el destino, favorable o trágico, a los hombres. Tyche, a veces con Némesis, tiene el poder de predecir los hechos que

organiza con el fin de sorprender a los humanos y por tanto estos crean el concepto del azar como la manifestación de lo incierto de la voluntad de esa deidad. El concepto del azar aparece de dos maneras o enfoques diferentes que serán tratados en esta sección: el azar desde el enfoque del conocimiento innato que, según Platón, a los humanos les era revelado a través de sueños y premoniciones sin causa alguna; y el enfoque fenomenológico de su alumno Aristóteles quien señalaba las causas lógicas o forma ‘causalista’ de los fenómenos tal como lo refiere en su libro II de la *Physis*: “Hay algunos que piensan que ‘tyche’ es una causa, por una parte, pero no está claro en la mente humana cómo es ese algo divino (deidad) con un poder misterioso”² (citado por Dudley, 2012, pg. 4.)

El azar desde el enfoque del conocimiento innato

Platón consideraba que el lenguaje ordinario de las formas imperfectas provenía de un conocimiento innato que luego, a través de la educación, se podía llevar a su perfección hasta llegar a ser el lenguaje de las ideas. A lo anterior, vale agregar el comentario de Gosling (1993):

[...] alcanzar la verdad equivale a suministrar la ousia (sustancia) de algo, que a su vez será una explicación funcional. [...] Platón pensaba que la función principal del lenguaje consiste en ser una herramienta para la diseminación de la verdad, para decirnos cómo son realmente las cosas, y que suponía que sólo sabemos esto último cuando comprendemos el sistema de las Formas. Únicamente el lenguaje en el cual las cosas se clasifican de acuerdo con la función es capaz de expresar la realidad invariable que se puede describir con el “es” incondicional [...]. (pg. 405)

Platón, iniciado por Cratilo en las enseñanzas de Heráclito, tenía su propia visión del aspecto fenomenológico. Según Dilthey (1996), con “la idea de

7. Original en inglés: “There are some who think that tyche is a cause, on the one hand, but is unclear to the human mind, as if it were something divine (deidad) and a mysterious power”.

que todo lo sensible se halla en un fluir constante y que, por ende, no es posible conocerlo, se mantuvo fiel a esta idea toda su vida" (pg. 51). Esto pudo encaminarlo a apropiarse de la filosofía socrática y encontrar en ella lo universal, en un mundo donde las cosas sensibles subsistían junto a las formas abstractas que llamaba ideas.

El enfoque del conocimiento innato, detectado, entre otros, por San Clemente Romano, como una de las fuentes de Jaeger (1985), se enseñaba como educación y formación de la naciente juventud de la Antigua Grecia:

[...] la *paideia* griega [...] siempre hacía derivar sus reglas sobre la conducta humana y social de las leyes divinas del universo, a las que se daba el nombre de "naturaleza" (*physis*). Los intérpretes cristianos (¡y no solo ellos!) debieran recordar que este concepto griego de la naturaleza no es idéntico al naturalismo en sentido moderno, sino más bien casi su opuesto. (págs. 33-34)

El pensamiento de Jenófanes, un intelectual que derribó las concepciones de la realidad en la mente de sus contemporáneos e hizo que dejaran de ver la realidad como un todo bien unido y redondeado, cambia el rumbo de las creencias innatas. Jaeger (1997) lo comenta así:

[...] Jenófanes era un hombre de una índole de todo punto distinta, que se percató de la devastadora novedad del intento de los filósofos y proclamó en alta voz que era irreconciliable con las maneras de ver tradicionales. La tradición intelectual y moral dominante a la sazón no tenía un representante más señalado que Homero, por quien había sido educada toda la Hélade, como indica Platón. Jenófanes pensaba lo mismo: para él era Homero el hombre *De quien todos los hombres han aprendido desde el comienzo*. Estas palabras revelan una clara percepción de la todopoderosa autoridad de Homero dentro de la cultura griega. Y fué precisamente a causa de esta percepción por lo que Jenófanes se sintió obligado a atacar a Homero como el principal sostén de los

errores que prevalecían. En este momento estalló como conflicto descarado el antagonismo latente entre el nuevo pensar filosófico y el viejo mundo del mito que había dominado los primeros logros del espíritu griego [...] Le parecía evidente de suyo que el poeta era el único verdadero educador del pueblo y su obra la única autoridad auténticamente responsable de toda *paideia*. Y así, fué con Jenófanes con quien empezó la tarea de hacer deliberadamente la transfusión de las nuevas ideas filosóficas a la sangre intelectual de Grecia. (págs. 46-47)

La filosofía de Platón, desarrollada desde el siglo IV a.C., aportó a los principios de la educación o *paideia* griega que se había empezado a establecer en el siglo V a.C., en tiempos de Sófocles y Pericles. Las teorías del idealismo platónico constituyeron el modelo ejemplar del axioma capital de la educación humana. En particular, la racionalidad filosófica de Platón condujo a dudar sobre los mitos arcaicos y de la verdad de algunas sentencias como: "*la superación de los privilegios de la antigua educación para la cual la areté (virtud) sólo era accesible a los que poseían sangre divina*" (Jaeger, 2001, Libro II, pg. 43).

La *Paideia*, como lo dice Jaeger, era el único saber que tenía el valor para capacitar al hombre y permitirle adoptar sus verdaderas decisiones. Sin embargo, sus ideas no fueron aceptadas fácilmente puesto que algunos de sus alumnos temían apartarse de sus creencias ancestrales:

Tal es el sentido del mito, explicado por el propio Platón. El gran peligro para todos es el elegir el destino de vida, que para el filósofo es sinónimo de forma de vida o de ideal de vida. Por eso debe esforzarse en adquirir el saber que le capacita para realizar esa elección, sin preocuparse de ninguna otra cosa. Este punto de vista esclarece definitivamente lo que es la *paideia* (Jaeger, 2001, L.III, pg. 472).

El racionalismo platónico no significaba apartarse de la creencia en las divinidades; el idealista ético Díón, tras la muerte de su pariente el tirano Dionisio I, asediaba a Platón para convencerlo de

ir juntos a Siracusa e instruir al príncipe heredero Dionisio II sobre el estado perfecto, una forma ideal que Jaeger (2001) describe así:

Platón había declarado en la República, como condición previa para la realización de sus postulados ideales, que era necesario que se asociasen el poder (δύναμις) y el conocimiento moral (φιλοσοφία), factores que hasta entonces habían andado casi siempre desunidos sin esperanza por el mundo. Esto sólo podía conseguirse por medio de un favor especial del destino, por medio de una *tyche* divina. (Libro IV, pg. 262)

Sócrates, maestro de Platón, al querer justificar la existencia de divinidades y fuerzas ocultas de la naturaleza que obligaban a que el mundo no fuera perfecto, había agrupado esas ideas en el mismo concepto de *tyche*, pero se refería a este como un nuevo término opuesto al *téchne*, que ya estaba reservado para al concepto del arte, las artesanías y distintas maneras de realizar los oficios prácticos de los hombres.

La escuela socrática, según Aristóteles, alumno de Platón, fue la que introdujo el concepto *tyche* como una fuerza de los dioses para controlar el destino. Según Jaeger (2001):

He ahí el estado que se propone como meta la *paideia* Platónica. La juventud no deberá eximirse de su disciplina para la libertad hasta que no se erija y eche raíces en su interior esta *politeia*: el imperio en el hombre de lo divino... Como el propio Platón dice en otro pasaje, a falta de un estado perfecto en que pueda intervenir activamente, se dedicará sobre todo a formarse a sí mismo... Esto le planteará también el problema de si debe actuar políticamente. Sin embargo, este problema se halla ya resuelto por cuanto queda expuesto y el joven interlocutor de Sócrates no se equivoca cuando opina en sentido negativo. Pero Sócrates le lleva la contraria: deberá, indudablemente, actuar en política, y en su estado incluso con todas sus fuerzas, aunque tal vez no en su propia patria, a menos que una *tyche* divina le permita intervenir decisivamente en el sentido en que debe hacerlo. (Libro III, pg. 453)

Según Angier (2008) el concepto asociado al término *tyche* era opuesto al concepto de *téchne* en el pensamiento griego pre-platónico. El poder humano desarrollaba técnicas de diversas formas como la navegación para dominar los mares, el uso de letras para establecer la escritura y conservar la memoria de los hechos y de los pensamientos de los antepasados, la agricultura, la herrería, la carpintería y las estrategias empleadas en las guerras.

Pero algunos pensadores griegos pensaban que si todo se reducía a las técnicas (*technai*) tal vez se corría el riesgo de entrar en conflicto con las fuerzas que se oponen a la energía humana (Gagarin y Woodruff, 1995, citado por Angier, 2008). Esas fuerzas se concebían como voluntades de los dioses, pues los griegos creían que la instancia paradigmática del resentimiento divino era capaz de dominar la habilidad del poder humano, como en la obra de Esquilo sobre el mito de Prometeo encadenado (Schaerer, 1930, citado por Angier, 2008).

Los conceptos de técnica y de destino siempre fueron una amenaza al reino de la autonomía humana. La *téchne* proveía herramientas para salvar al hombre, pero la *tyche* surgía de repente para doblegarlo o condenarlo según la voluntad de los dioses. En *Antiphon* se describe la amenaza de una naturaleza salvaje donde los hombres, a través de la *téchne*, conquistaban aquellas cosas que no brotan fácilmente de la naturaleza (Gagarin y Woodruff, 1995, citado por Angier, 2008).

Desde un modo más naturalista, el término *téchne* también designa la esfera de la influencia humana, opuesta a la esfera de los poderes divinos; la *Physis*, o la física de toda la naturaleza, emerge de ambos conceptos sugeridos por los términos lo técnico y lo divino, *physis* y *tyche* (Kube, 1969, citado por Angier, 2008). *Physis* o *Phusis*, es un término asociado a la naturaleza, en tanto que *Tyche* o *Túche* (en griego *Tύχη*) se refiere a lo divino.

En la escuela de Platón, la Academia, se estudiaba el mundo conceptual visible capaz de conseguir la "conversión del alma" y el despertar el pensamiento del hombre. En el capítulo sobre El Estado Ideal de Platón, Verdadera Patria del Hombre

Filosófico, en el libro tercero de la Paideia griega, Jaeger (2001) describe así la relación paradójica entre filosofía e incertidumbre:

Un temperamento filosófico, llamado a florecer maravillosamente en un terreno propicio, produce como fruto lo contrario de sus grandes dotes cuando se siembra o se planta en el suelo de una mala educación, a menos que una "tyche divina" venga en su salvación. La idea de este destino inaprehensible para la inteligencia humana y que las mentes piadosas no consideran como fruto del simple azar, sino como la obra de un poder milagroso, aparece repetidas veces mantenida por Platón y siempre precisamente desde este punto de vista. Es la expresión de una interpretación religiosa de experiencias cuyo carácter paradójico y elevado sentido son experimentados con igual fuerza por él. Esta misma 'tyche' divina ha dejado también su huella en las cartas de Platón. Interpreta, por ejemplo, como una 'tyche' divina el hecho de que durante su primera estancia en Sicilia lograra atraerse al joven Dión como entusiasta partidario de su concepción acerca de la misión educativa del estado y de que, decenios más tarde, este hombre se colocase a la cabeza de la revolución que derribó la dictadura de Dionisio. (págs. 335-336)

Así, Platón consideró el carácter divino de la fuerza convocada por el término *tyche*, que tenía el poder de influir con cualquier gracia para salvar milagrosamente a los hombres condenados a perecer y se lamentaba de que su maestro Sócrates no hubiese tenido esa gracia cuando no pudo sobreponerse a los obstáculos de un ambiente social corrompido por la mala educación de los sofistas. En últimas, Platón siempre creyó en el azar como una necesidad absoluta.

El azar desde el enfoque fenomenológico

Para Aristóteles las antiguas ideas de Anaximandro dejaban dudas sobre su concepto de la *materia*, la cual no podía quedar excluida por fuera del todo universal y en consecuencia quedaría sin ser gobernada por un dios. El término *apeiron* significaba lo

divino, lo que produce nuevos mundos cada vez que se separan los contrarios que luchan entre sí. Jaeger (2001) reseña el comentario hecho por el propio Aristóteles así:

A esto se refiere aquella gran sentencia, la única de Anaximandro que nos ha sido directamente transmitida: Donde tuvo lo que es su origen, allí es preciso que retorne en su caída, de acuerdo con las determinaciones del destino. Las cosas deben pagar unas a otras castigo y pena de acuerdo con la sentencia del tiempo [...]. (Libro I, pg. 147)

Aristóteles fue quien le dio un giro semántico al término *tyche*; lo redujo al simple concepto de divinidad arcaica y a partir de él abre un camino para el concepto de azar y de probabilidad como un fenómeno de verosimilitud. Esto lo pudo lograr desde su perspectiva de la metafísica, en su Libro XI, cap. VIII, aunque hay varias interpretaciones de su pensamiento, como la que describe Reale (1999):

Se examinan aquí el *ser como accidente y el ser como verdadero o falso*. Ninguno de ambos constituye propiamente el objeto de la metafísica. En efecto, el primero sólo tiene causas indeterminadas e indeterminables, por lo que no puede ser objeto de una ciencia. En cuanto al segundo, resulta de las operaciones de la mente humana. Ni uno ni otro representa un ser objetivo y existente en sí. Sólo esto último, según Aristóteles, es propia y auténticamente el objeto de la metafísica. (pg. 9)

Aristóteles sienta el principio de la primera causa, *el motor inmóvil*, y con esta nueva premisa esencial edificaría luego la lógica y le daría soporte a los estudios de las ciencias físicas:

El principio de los seres, el ser primero, no es susceptible, en nuestra opinión, de ningún movimiento, ni esencial, ni accidental y antes bien él es el que imprime el movimiento primero, movimiento eterno y único... el primer motor es inmóvil en su esencia [...]. (Aristóteles, 1975, pg. 270)

Luego, y tal vez con la intención de evitar el incómodo concepto de la divinidad de los platónicos, da un giro semántico al nuevo concepto de azar, todavía con la misma palabra, enlazándolo con su juego dialéctico e introduciéndole en la propia metafísica:

El azar (*tyche*) es toda producción accidental, ya de la naturaleza, ya del pensamiento. La misma relación que hay entre el ser en sí y el ser accidental, existe igualmente entre las causas de estos seres. El azar es la causa accidental de lo que se hace con intención y con cierto fin. El azar y el pensamiento se refieren al mismo objeto, no habiendo elección sin pensamiento. Pero las causas que producen los efectos atribuidos al azar son indeterminados; de donde se sigue que el azar es impenetrable a la razón humana, que no es más que una causa accidental, o que no es causa de nada. Un dichoso o desgraciado azar es el advenimiento de un bien o de un mal; grandes bienes o grandes males, he aquí la prosperidad o la adversidad. (Aristóteles, 1975, pg. 245)

La figura de Aristóteles no solo es la de un referente de la literatura antigua y carente de cualquier renacimiento, sino como la de un filósofo dotado de una potencia capaz de sentar las bases del mundo moderno, trascendente en los pasados días del Humanismo y de la Reforma, y de quien los hombres siguieron necesitando hasta hoy como impulsor de nuevas reflexiones sobre su contenido:

[...] Tanto Melanchthon como los jesuitas edificaron su teología sobre la *Metafísica*. Maquiavelo sacó sus reglas de la *Política* y los críticos y poetas franceses las suyas de la *Poética*, moralistas y juristas se apoyaron en la *Ética* y todos los filósofos hasta Kant, y aún más acá, en la *Lógica*. (Jaeger, 1946, pg. 14)

El concepto de probabilidad en Aristóteles, según Dudley (2012), se refiere a una imprevisibilidad inherente a los sucesos aleatorios que posibilita el discernimiento sobre las ideas que establecen los límites de la ciencia y marcan las fronteras del determinismo, las que bajo el concepto de probabilidad

(*chance*, en inglés) se sitúan más allá de lo que se puede lograr con las técnicas y que al ser combinadas ambas, producen resultados contingentes que un ser humano no puede lograr solo por la técnica sino por su búsqueda de causas sobre lo fenomenológico: causalidad, muy distinta de la casualidad que se refiere al concepto del azar. Este concepto en Aristóteles ha sido interpretado de diversas formas, una de ellas es la de Wedin (2000), quien lo trata como un pensamiento acerca de que la esencia de cada cosa tiene una causa o un sentido por el cual existe, o que su movimiento y presencia a través del tiempo es también una causa, lo cual le permite concluir que todo aquello que una vez fue y después desapareció también tiene su propia causa.

La probabilidad en Aristóteles es ajena a las leyes del razonamiento deductivo y escapa también del método inductivo, sin importar el uso de cualquier tipo de inferencias, como se cita en una obra dedicada al profesor español Pierre Aubenque de la Universidad de Santiago de Compostela:

Todo lo que no depende de un razonamiento demostrativo, sino de razonamiento dialéctico es nada más que probable. Entre la probabilidad y la verdad hay la misma proporción que entre las sombras y la luz, que entre la visión de nuestros entendimientos de murciélago y la luminosidad deslumbradora. (comentada de Aristóteles. Fr. 12 Rose; Met. II, 1, 993b, Págs. 9-12, citado por Álvarez; Martínez, 1998, Pg. 509)

Un comentario que merece esta cita es que la causa *per se*, que no proviene de demostración alguna, es totalmente probable sin que requiera ser justificada; es tan eficiente y absoluta que no necesita explicación alguna. Así lo confirma Sorabji (2003) cuando se refiere a ella como el uso más liberal de la causa eficiente. Aristóteles expresa su concepto causalista del azar, opuesto a la creencia y al idealismo de los platónicos que no tenían formas ni razones para explicar la aparición de los fenómenos de la naturaleza, pues creían que los hechos estaban predestinados absolutamente por los dioses.

Otros términos asociados con la probabilidad

El campo semántico del término *tyche*, con el que Aristóteles ampliaba el sentido del concepto denominado azar (*chance*), reúne palabras y sentencias previas a la aparición del término probabilidad. En consecuencia, los términos técnicos de la teoría de la probabilidad, como azar, aleatorio, estocástico y estadístico, se configuran por el uso sin reducirse a las versiones filosóficas ya vistas. Pronto dejan de tener el mismo significado de *tyche*, pues se emplean en contextos específicos y en aplicaciones concretas, lo que ocurre también con otros vocablos no técnicos relacionados con los fenómenos no determinísticos.

Todos los términos relacionados a continuación han sido consultados en la versión electrónica del Diccionario de la Real Academia Española, DRAE.

Probabilidad

El concepto central expresado con el término universal probabilidad proviene de un adjetivo, *probabilis*, de donde se forma un sintagma nominal abstracto como *probabilitas*, *probabilitatis* y su acusativo *probabilitatem*, todos los cuales son derivados tardíos del verbo latino *probare*. Este verbo significa *saborear* y está relacionado con *probus* y *probatas*, que significan *ser bueno o seguro*, pero a través del sentido del gusto. Su origen parece provenir de la costumbre de los jefes de las tribus que daban los alimentos a sus esclavos o súbditos para comprobar que no estuviesen envenenados antes de consumirlos; los alimentos *buenos* o *seguros* querían significar que ya estaban *probados*.

Azar

En cuanto al término 'azar' proviene del árabe hispánico "al-zahr", que significa "los dados"; se relaciona con "az-zahr", "la flor", grabada en una de las seis caras planas de un pequeño hueso del metatarso de la pata de un cordero, llamado *taba*

(del árabe), y que en latín se dice *talus* o *astragalus*; la florecilla de azahar es de color blanco y nace en los desiertos de Arabia y se asociaba con los naranjales de Andalucía.

Aleatorio

El adjetivo aleatorio proviene del término latino *alea*, que significa *dado* o *suerte*, y es común asociarlo con la nota histórica de Julio César quien, atravesando el río Rubicón en la frontera de la antigua Roma, enunció la frase: *¡Alea iacta est!*, que traduce: "¡La suerte ya está echada!", sentencia con la cual no se retractaría de su decisión por avanzar y volver a Roma a tomar el poder.

Estocástico

El término común conocido como estocástico se utiliza para describir las sucesiones de estados de una variable aleatoria denominadas como procesos estocásticos. Estocástico (en griego *στοχαστικός*) significa ser hábil en la enunciación de una *conjetura* o *adivinanza*; también ser hábil en tirar piedras, flechas o dardos para dar en un blanco. Está relacionado con imaginar, inventar conjeturar, prever un hecho *contemplativo* o *imaginado*. La imaginación (en griego, *εικασία*) es una de las funciones mentales que permite anticipar los nuevos eventos por suceder en una cadena o secuencia de hechos o fenómenos naturales. Lo estocástico incluye todos los datos posibles en el estudio de las características de un fenómeno, hasta los llamados datos atípicos que son los que corresponden a los casos desviados de las tendencias periódicas. La ocurrencia de los eventos que no tienen regularidad alguna aparecen como advenimientos puestos con algún propósito para contrariar los pronósticos, el surgimiento inesperado de hechos aislados terminan imponiéndose y resultan admitidos como excepciones válidas sin importar su escape a las leyes de inferencias proyectadas previamente; la ocurrencia de esas incertidumbres es la esencia del pronóstico y del rango de posibilidades.

Estadística

El término estadística está asociado a la probabilidad por su contexto inferencial y no descriptivo. El concepto descriptivo es casi tan antiguo como las épocas en que las tribus y los pueblos registraban sus datos, censos y bienes de los pueblos-estados, y desde luego, su evolución concierne más al campo de la arqueología. Las teorías actuales definen el concepto de estadística inferencial distinta de la definición de estadística como el conjunto de métodos científicos por medio de los cuales, según Kohan (1969): “*podemos recolectar, organizar, resumir, presentar y analizar datos numéricos relativos a un conjunto de individuos u observaciones y que nos permiten extraer conclusiones válidas y efectuar decisiones lógicas, basadas en dichos análisis.*”; la razón es obvia, el concepto de extraer no es el mismo que el concepto de extrapolar o proyectar, además de otros términos que en este espacio no se alcanzan a desarrollar.

Verosimilitud

La verosimilitud proviene de lo creíble, o de lo que aparenta ser verdad. Su evolución ha creado el criterio de *máxima verosimilitud* que se aplica en las ciencias económicas, administrativas, contables y financieras dentro de las áreas de econometría y toma de decisiones. Su definición desde las matemáticas sirve para hallar estimadores sobre los estados de una variable aleatoria relacionada con alguna función de distribución de probabilidad.

Otros términos del lenguaje ordinario

Como se había anunciado desde la introducción, los términos del lenguaje ordinario relacionados con la probabilidad están ligados a variados contextos. Dado que hay una larga lista de términos asociados con tantas formas y numerosas circunstancias que describen, vale nombrar algunos de uso frecuente: predictibilidad, posibilidad, factibilidad, previsibilidad, credibilidad, pronóstico, conjetura, presunción,

sospecha, adivinación, prestidigitación, vaticinio, suerte, sortilegio, augurio, agüero, presagio, presentimiento, premonición, señal, atisbo, corazonada, palpito, etc.

La conclusión de esta parte es que de los vocablos asociados con el concepto de la probabilidad apenas se han referido seis que aparecen en los textos de formación técnico-científica, y que de la breve lista de una larga cuenta de vocablos ordinarios suscitados en diversos contextos cabe la *posibilidad* de que algunos de ellos, por estudios serios en el futuro, evolucionen y generen nuevos términos técnicos.

Conclusiones

El significado del término probabilidad se origina desde Platón, cuando intenta reunir con el término *tyche* todas las voluntades divinas opuesta al término *téchne*, que se refería al arte o a la técnica de los oficios del hombre, orienta la Paideia griega y abre el camino para que Aristóteles, su principal alumno, con su dialéctica de la metafísica construya el contexto propio del término probabilidad (*chance*), con una fuerza suficiente para que su radio de acción pueda explicar los fenómenos que se apartan de las leyes del determinismo y de la técnica.

El manejo de los conceptos básicos de la teoría de la probabilidad, que escapan a las certezas previas, parecen indefinibles y ajenos a las circunstancias en donde son aplicados y admiten diversas acepciones: azar, estocástico, aleatorio, incertidumbre, indeterminado, destino, fortuna, y verosimilitud. La ambigüedad lingüística en cuanto al manejo de estas acepciones, y la enunciación de sentencias poco razonables derivadas de esa comprensión superficial y difusa, es la razón por la cual surgen en los estudiantes de estas asignaturas sesgos de razonamientos en el manejo de conceptos como probabilidad simple, probabilidad condicional y sus relaciones entre causas y efectos, construcción de pronósticos y anticipación de eventos basados en la intuición.

Los dos enfoques de la *tyche*, el del conocimiento innato y el fenomenológico, son los que, en primer

lugar, permiten que los lenguajes sean alternativos y a partir de ellos puedan suscitarse discusiones acerca de si una decisión es la más acertada o no en un ámbito concreto. En segundo lugar, la aparente “*posibilidad de que algunas zonas del lenguaje sean en teoría corregibles del modo en que lo sería gran parte del griego si Platón tuviera razón con respecto a ese idioma [...]*” (Gosling, 1993, p. 400), nos permite esperar que estudios como el presente, que parecen anticuados y lejanos de la realidad de los estudiantes universitarios de hoy, permitan allegar información valiosa para la didáctica de la teoría de la probabilidad, que pueden llegar a superar muchas de las falacias y ambigüedades lingüísticas que sesgan la conceptualización de la probabilidad en nuestros estudiantes.

Otra conclusión es la forma cómo deben mezclarse las palabras, por ejemplo, las tres clases de crítica sobre las palabras consideradas como herramientas del lenguaje de Gosling (1993) en la que la primera es sobre el uso de algunos términos que puede comportar un supuesto que en principio sea falseable. La segunda son los propósitos especificables para los que ciertos términos tienen una acepción dada y pueden ser juzgados como adecuados o inadecuados. Y la tercera es cómo se deja de tratar de alcanzar el propósito o perder el interés del que formaba parte el uso del término, en la que expresa: “*Al cabo, parece acercarse mucho a una definición decir que la función del lenguaje es ayudar a comunicarnos.*” (Gosling, 1993, Pg. 404).

Así, desde la noción que permitía a los antiguos pensadores de aquella época homérica reflexionar sobre el destino y los acontecimientos de su mundo que escapaban a la razón, fueron apareciendo los términos *incertidumbre*, *azar* o *tyche*, bien en Platón como en Aristóteles, aleatorio, estocástico y hasta la misma palabra *probabilidad*, y con ellos, los conceptos que a lo largo de la historia de la humanidad han sufrido oscilaciones y reinterpretaciones, las cuales explican en parte las dificultades que subsisten en los profesores y estudiantes sobre esta materia. Por otra parte, si hubiésemos tratado la discusión de fondo con las probabilidades frecuentistas, *a priori*

y *a posteriori*, que Bayes introdujo en el siglo XVIII, o con el principio de incertidumbre de Heisenberg del siglo XX, las discusiones tendrían visiones distintas complementarias a las conclusiones de este artículo, las cuales por las limitaciones de espacio y tiempo quedarán para otro estudio futuro.

Referencias Bibliográficas

- ÁLVAREZ, G. A.; MARTÍNEZ, C. R. **En torno a Aristóteles: homenaje al profesor Pierre Aubenque**. Universidad de Santiago de Compostela: España, p. 509. 1998.
- ANGIER, T. P. S. **Aristotle’s Ethics and the crafts: A critique**. 185 pags. A thesis submitted with requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Graduate Department of Philosophy, University of Toronto, Canada, 2008. p. 5-8. Disponible en: <https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/16812/1/Angier_Thomas_PS_200811_PhD_thesis.pdf>. Visitado en: 25, dic., 2015.
- ARISTÓTELES. **Metafísica**. 8ª edición, Ed. Espasa-Calpe S.A. Madrid: España, p. 270-245. 1975.
- DILTHEY, W. **Historia de la filosofía**. Segunda edición, Fondo de Cultura Económica. México D. F.: México, 1996. p. 47-51.
- DRAE. Diccionario de la Real Academia Española. Disponible en: <<http://dle.rae.es/?w=diccionario;27/05/15>>.
- DUDLEY, J. **Aristotle’s Concept of Chance: Accidents, Cause, Necessity, and Determinism**. State University of New York. New York: EUA, p. 36, 180. 2012.
- ENCICLOPEDIA. Disponible en: <<http://enciclopedia.us.es/index.php/Taba;27/05/15>>.
- GARCÍA, C. **Los siete sabios (y tres más)**. Alianza editorial, S. A. Madrid: España, p. 118. 1995.
- GOSLING, J. C. B. **Platón**. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Filosóficas. México D. F.: México, p. 400, 404-405. 1993.
- JAEGER, W. **Aristóteles: bases para la historia de su desarrollo intelectual**. Fondo de Cultura Económica. México D. F.: México, p. 14. 1946.

- _____. **Cristianismo primitivo y paideia griega.** 1ª. Edición 1965, 5ª reimpresión 1985. Fondo de Cultura Económica. México D. F.: México, p. 33-34. 1985.
- _____. **La teología de los primeros filósofos griegos.** Fondo de Cultura Económica Ltda. Santafé de Bogotá, D. C.: Colombia, p. 46-47. 1997.
- _____. Paideia: Los ideales de la cultura griega. Libro Tercero: **En busca del Centro Divino.** Fondo de Cultura Económica. México D. F.: México, p.97-98. 2001a.
- _____. Libro Primero: La Primera grecia. En: **Paideia: Los ideales de la cultura griega.** Fondo de Cultura Económica México. México D.F.: México, p. 118, 147. 2001b. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/0B_4VnE5G7P6YzI0M2JmN2YtMWFk-Ni00MjU3LWI5ZWYtNmYxN2YzMjQ3ZDM3/view?hl=en&pref=2&pli=1>. Visitado en: 25, dic., 2015.
- _____. **Libro Segundo: Culminación y Crisis del Espíritu Ático.** En: **Paideia: Los ideales de la cultura griega.** Fondo de Cultura Económica México. México D.F.: México, 2001c. p. 43. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/0B_4VnE5G7P6YTA0MDE1MTetYz-M0OS00ZGEyLWfkZTYtYjYxYzM4NTJmN-TU0/view?hl=en&pref=2&pli=1>. Visitado en: 25, dic., 2015.
- _____. Libro Tercero: En busca del Centro Divino. En: **Paideia: Los ideales de la cultura griega.** Fondo de Cultura Económica México. México D.F.: México, p. 335-336, 453, 472. 2001d. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/0B_4VnE5G7P6NTY4Yzc5ZjgtN-mEyNC00M2I1LTg4ZDEtNjM3ZDBlYTe3MT-Zi/view?hl=en&pref=2&pli=1>. Visitado en: 25, dic., 2015.
- _____. Libro Cuarto: El Conflicto de los ideales de Cultura en el siglo IV. En: **Paideia: Los ideales de la cultura griega.** Fondo de Cultura Económica México. México D.F.: México, p. 262. 2001e. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/0B_4VnE5G7P6MGY4ZTM3M2MtN-TI0OC00ZmQwLThiZGUtOTk4MzBjMTQxMzVl/view?hl=en&pref=2&pli=1>. Visitado: 25, dic., 2015.
- KOHAN, N. C. **Estadística Aplicada.** 3ª Edición, Ed. Eudeba. Buenos Aires: Argentina, 1969.
- PLATÓN (s.f.). **Cortesía de Nueva Acrópolis.** p. 320-323. Disponible en: <http://www.nueva-acropolis.com/filiales/libros/Platon-La_Republica.pdf>. Visitado en: 25, dic., 2015.
- _____. Diálogos IV. En: **República.** Editorial Gredos. Madrid: España, 1988. p. 496-497.
- REALE, G. **Guía de lectura de la 'Metafísica' de Aristóteles.** Editorial Herder. Barcelona: España, p. 96. 1999.
- SORABJI, R. **Necesidad, causa y culpa, perspectivas sobre la teoría de Aristóteles.** Universidad Nacional Autónoma de México. México, p. 289, 301. 2003
- WEDIN, M. V. **Aristotle's Theory of Substance: The Categories and**





DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS ESTATÍSTICAS: ANÁLISE DE UM CASO DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Development of Statistical Skills: Analysis of a Investigation

Willian Damin¹
Guataçara dos Santos Junior²
Rudolph dos Santos Gomes Pereira³

Para citar como este artículo: Damin, W, dos Santos Junior, G y Pereira R.S.G. (2016). Desenvolvimento de competências estatísticas: análise de um caso de ensino por investigação. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 11(1), 55-69. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a4

Recibido: 23 de septiembre 2015 / Aceptado: 12 de junio de 2016

Resumo

Este artigo tem como objetivo analisar quais as contribuições de uma investigação estatística, composta de atividades contextualizadas, para o ensino e a aprendizagem de Estatística nos anos finais do Ensino Fundamental. Com a intenção de alcançar o objetivo proposto, foi adotada a metodologia de ensino por investigação contemplando os conteúdos básicos de Estatística em uma turma de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de um colégio, da rede privada, de um município do Norte do Paraná, Brasil. Os resultados do desempenho dos alunos foram analisados sob a abordagem qualitativa de análise de conteúdo que permitiu evidenciar a contribuição da intervenção realizada para que houvesse um aprendizado significativo em relação aos conteúdos básicos de Estatística e no desenvolvimento das competências estatísticas.

Palavras chaves: estatística, ensino fundamental, investigação estatística.

1. Doutorando no Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus de Ponta Grossa. Correio eletrônico: daminmatematica@hotmail.com.
2. Doutor em Ciências Geodésicas - Docente do Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus de Ponta Grossa. Correio eletrônico: guata@utfpr.edu.br.
3. Doutor em Educação - Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus de Cornélio Procopio. Correio eletrônico: rudolphsantos@uenp.edu.br.

Abstract

This paper aims to analyze which are statistical research contributions for teaching and learning of statistics in the final years of elementary school, characterized for contextualized activities. To achieve the proposed objective, we adopted the methodology of teaching by research, covering the statistics' basic contents in a class of students from the 9th grade of elementary school, in a private school of a northern city of Parana, Brazil. Results regarding students' performance were analyzed under a qualitative approach, which allowed highlighting the intervention contribution: those students had a meaningful learning regarding statistic basic contents and the development of statistical skills.

Keywords: statistics, elementary school, statistical investigation.

Introdução

Pesquisas relacionadas ao ensino e à aprendizagem de Estatística vêm sendo desenvolvidas em contexto internacional (Chance, 2002; Rumsey, 2002; Santos; Pontes, 2013; entre outros). No contexto brasileiro destaca-se neste trabalho as pesquisas de Walichinski (2012); Campos *et al.* (2011); Estevam (2010).

Chance, B. (2002) trata especificamente da definição do pensamento estatístico⁴ e as habilidades que devem ser desenvolvidas para pensar estatisticamente. A autora ainda faz sugestões de questões que devem acompanhar todo o processo de desenvolvimento do aluno, e que devem incorporar o instrumento de avaliação.

Rumsey (2002) discute como promover o letramento estatístico nos cursos de Estatística e salienta que para isso ocorra, deve-se oportunizar aos alunos a produção de seus próprios dados que eles encontrem resultados estatísticos básicos, dessa forma a ganhar a posse da sua própria aprendizagem.

Santos e Ponte (2013) investigaram os relatórios produzidos por futuros professores da Educação Básica no que tange à construção de uma investigação estatística. Como parte dos resultados, os autores relatam que alguns dos participantes se preocuparam em desenvolver investigações adequadas, no entanto, a falta de experiência foi um problema evidenciado nessa análise.

Walichinski (2012) desenvolveu uma sequência de ensino como forma de investigar as contribuições da contextualização para o ensino de Estatística. Verificou que a sequência contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos, procedimentos e atitudes dos alunos participantes, como prevêem os documentos oficiais do Brasil.

Campos, *et al.* (2011) abordou em sala de aula, o trabalho de projetos de Modelagem Matemática em um curso de graduação de Ciência Econômicas. A pesquisa se mostrou relevante pois vinculava a realidade do aluno com a sua futura atuação profissional, assim propiciando o desenvolvimento das competências estatísticas.

4. A definição de competências estatísticas serão descritas mais adiante.

Estevam (2010) utilizou as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) para o ensino de gráficos e tabelas no Ensino Fundamental. O autor aponta que a sequência didática desenvolvida favoreceu a mobilização de conceitos estatísticos e também das competências, dentre elas o de raciocínio estatístico.

Em razão das diversas pesquisas realizadas em âmbito internacional e nacional é possível identificar diferentes abordagens para o professor em sala de aula, que podem ser encontradas na literatura referente ao ensino de Estatística. No entanto, entende-se que o professor é o responsável pela busca de diferentes metodologias e materiais de apoio capazes de auxiliá-lo em sala de aula. Destaca-se, porém, que alguns professores utilizam o livro como único recurso em sala de aula, o que pode reduzir as possibilidades na aprendizagem de conhecimentos e no desenvolvimento de competências por parte do aluno (Costa, 2007) e vai ao encontro de (re)pensar o uso de materiais alternativos com os alunos da Educação Básica, bem como a prática docente.

Nesse sentido, espera-se que os conteúdos de Estatística sejam ensinados e aprendidos de forma contextualizada⁵, na qual o aluno possa escolher um tema de interesse, coletar dados, estabelecer objetivos, definir instrumentos de coleta de dados, analisar e interpretar dados para responder às questões pertencentes ao seu cotidiano. Assim, acredita-se que uma prática docente possível de envolver, de modo efetivo, o aluno no processo de aprendizagem é a investigação estatística⁶ (Batanero; Godino, 2005).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é analisar quais as contribuições de uma investigação

estatística, composta de atividades contextualizadas, para o ensino e a aprendizagem de Estatística nos anos finais do Ensino Fundamental.

Marco de referencia

Orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Estatística nos anos finais do Ensino Fundamental do Brasil

De acordo com as diretrizes nacionais, é importante que os alunos sejam capazes de interpretar um conjunto de informações e formular questões com a coleta e a organização de dados. Por este fato, a apresentação dos conteúdos de Estatística não deve ser realizada de forma descontextualizada ou com base em fórmulas (BRASIL, 1998). O estudo de Estatística deve fazer sentido para o aluno, de forma que ele se torne construtor de seu conhecimento. É necessário ressaltar a importância dos conceitos e procedimentos estatísticos no processo de interpretação e criticidade.

Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) determinam que o papel da Estatística no Ensino Fundamental é fazer com que o aluno construa e realize procedimentos que permitam a coleta, a organização e a comunicação de dados “utilizando tabelas, gráficos e representações que aparecem freqüentemente em seu dia-a-dia. Além disso, calcular algumas medidas estatísticas como média, mediana e moda com o objetivo de fornecer novos elementos para interpretar dados estatísticos” (Brasil, 1998, p. 52).

Como essa pesquisa foi realizada em uma turma de 9º (nono) ano do Ensino Fundamental, os conceitos e procedimentos a serem desenvolvidos são a coleta e organização de dados, bem como

5. [...] compreende-se que na contextualização, encontra-se o argumento de que os conteúdos constantes do currículo devem ser trabalhados a partir de situações na qual o aluno consiga se familiarizar, com a finalidade de adquirir significados (Brasil, 1998).

6. Entende-se que investigação estatística como um processo investigatório envolvendo a estatística, no qual seu fundamento são as hipóteses de que diversas situações pertencentes a vida real podem ser compreendidas, unicamente, a partir da análise de dados que tenham sido coletados de forma adequada (Batanero, C.; Godino, J. 2005).

a utilização de tabelas, gráficos e fluxogramas para a comunicação e expressão desses dados; leitura e interpretação de gráficos e tabelas; e a compreensão medidas de tendência central (Brasil, 1998).

Competências estatísticas

Diversos autores (Chance, 2002; Garfield, 2002; Rumsey, 2002; Campos, 2007; Silva, 2007) defendem que o planejamento do ensino de Estatística deve estar pautado em três competências que são divididas em literacia⁷ (letramento), raciocínio e o pensamento estatístico (Campos, 2007), consideradas fundamentais para o desenvolvimento estatístico. Cada competência estatística visa desenvolver nos estudantes diversas habilidades, tais como a interpretação, compreensão e argumentação de informações ou textos, de modo que possam caminhar para o letramento estatístico.

As competências estatísticas devem ser desenvolvidas no estudo da Estatística, pois sem elas não seria possível aprender ou entender os conceitos fundamentais dessa disciplina. É nesse entendimento que Silva, (2007) considera que o nível de letramento de um indivíduo está diretamente associado tanto ao raciocínio quanto ao pensamento estatístico e, à medida que o raciocínio e pensamento estatístico se desenvolvem, maior será o nível do letramento estatístico.

O nível de letramento [literacia] estatístico é dependente do raciocínio e do pensamento estatísticos. Por outro lado, à medida que o nível de letramento estatístico aumenta, o raciocínio e o pensamento estatístico tornam-se mais apurados. [...] À medida que um indivíduo apresenta um raciocínio estatístico mais avançado, pode desenvolver também o pensamento estatístico. Do mesmo modo, desenvolvendo

o pensamento estatístico pode elevar seu raciocínio estatístico a um nível mais elevado. (Silva, 2007, p. 35-36)

Para Rumsey (2002) competência estatística são conceitos e ideias de Estatística capazes de desenvolver as habilidades de compreensão, de interpretação e de comunicação de dados estatísticos, além de conhecimentos básicos ligados ao pensamento e ao raciocínio estatístico. Considera-se como componentes da competência estatística a percepção sobre os dados, o conhecimento de conceitos básicos de Estatística e da sua terminologia, os conhecimentos básicos de coleta de dados e geração de estatísticas descritivas, as habilidades de interpretação básica para descrever o que o resultado significa para o contexto do problema, as habilidades de comunicação básica para explicar os resultados a outra pessoa (Campos, 2007).

Na investigação estatística apresentada, para promover a percepção sobre os dados, foi relevante trabalhar com contextos reais, na medida que os alunos puderam perceber a necessidade da coleta de dados e também o porque estavam fazendo isso, pois eles precisavam investigar um tema elaborado. O trabalho com dados relevantes é considerável, o aluno passa a ter conhecimento da importância de conceitos estatísticos.

Antes dos cálculos é necessário que o aluno entenda a utilidade e a necessidade de uma determinada estatística (Campos, 2007). Dessa forma o conhecimento de conceitos básicos de Estatística e da sua terminologia se mostrou presente na medida que termos desconhecidos foram surgindo e discutidos, precedendo o cálculo, como por exemplo o de variáveis estatísticas. Oportunizar o conhecimento básico de dados e geração de estatísticas descritivas pode tornar os alunos mais responsáveis, pois

7. Neste artigo entende-se que os termos literacia (Campos, C. 2007; Estevam, E. 2010) e letramento estatístico (Silva, C. 2007; Walichinski, D. 2012) são sinônimos e caminham para uma mesma compreensão, contudo optou-se pelo letramento estatístico por se tratar de um termo mais conhecido e utilizado.

precisam resolver um problema que é proposto por eles mesmos. Nesta investigação, esse aspecto pode ser observado no tratamento dos dados coletados, pois, eles sentiram a necessidade de alguns cálculos que envolvia para descrever melhor o seu conjunto de dados.

Em relação as habilidades de interpretação básica para descrever o que o resultado significa para o contexto do problema, a partir das discussões em sala de aula, os alunos responderam a problemática elaborada de acordo com os resultados encontrados, de forma que a “habilidade de interpretar a informação estatística e escrever conclusões próprias é crítica num ambiente de trabalho e aqueles que são bons nisso serão mais capazes de avançar e obter sucesso em suas profissões” (Campos, 2007, p. 52).

Ler, escrever, demonstrar e trocar de informações estatísticas são habilidades de comunicação básica para explicar os resultados a outra pessoa (Campos, 2007). Dessa forma, nesta pesquisa, oportunizou-se essas habilidades por meio da exposição oral e escrita dos gráficos e tabelas construídos por eles em sala de aula. Rumsey, (2002) também escreve que os dados fazem parte da vida cotidiana e muitas vezes são mal utilizados e que as decisões tomadas com base nesses dados apresentam forte influência sobre a vida dos cidadãos. Assim, para promover a percepção sobre os dados é necessário um contexto relevante e interessante, de forma que o estudante entenda porque está coletando dados e o que fazer com eles.

Para o conhecimento de conceitos básicos de Estatística, Rumsey, (2002) coloca que o estudante deve ser capaz de relacionar tais conceitos com problemas a serem resolvidos, para isso, a Estatística deve preceder o cálculo e “antes de usar as fórmulas, os estudantes devem perceber a utilidade, a necessidade de uma certa estatística” (Campos, 2007, p. 51).

Ao oportunizar aos alunos a coleta de dados, pode-se contribuir para a construção do seu próprio

aprendizado e proporcionar a responsabilidade de resolverem seus problemas, uma vez que ao formularem as perguntas irão descobrir métodos e técnicas por si próprios (Rumsey, D. 2002). Essa resolução de problemas deve ocorrer em um futuro ambiente de trabalho dos estudantes e para tanto se faz necessário saber lidar com tal situação.

Para a interpretação dos resultados Rumsey, (2002) considera que simular um ambiente de trabalho colaborativo favorece algumas escolhas individuais e coletivas. Nesse sentido, deixa-se que os alunos interpretem seus próprios resultados de forma a conjecturem a relação entre a decisão tomada e os dados do problema (Campos, 2007).

As habilidades básicas de comunicação estatística estão relacionadas à capacidade de leitura, escrita e troca de informações estatísticas que envolvem a passagem de uma informação para outra pessoa. O desenvolvimento dessa comunicação nos alunos origina-se da participação em situações explicativas, de informações estatísticas, como forma de convencimento a uma outra pessoa por meio de suas ideias (Rumsey, 2002). Na intenção de tornar compreensível de que forma as competências estatísticas podem contribuir para o ensino de Estatística, a seguir detalha-se cada uma delas:

Letramento Estatístico

O termo letramento refere-se à capacidade de ler, interpretar e compreender dentro de um contexto que faça parte do cotidiano do indivíduo. É ir além da simples leitura e escrita, é fazer uso desses conceitos com domínio, dentro de sua realidade, de forma a produzir criticidade em sua decisão. Pode-se dizer que o letramento estatístico remete-se à habilidade de interpretar e argumentar as informações utilizando-se a terminologia estatística (Campos, 2007).

Essas habilidades incluem as capacidades de organizar dados, construir e apresentar tabelas e trabalhar com diferentes representações dos dados. A

literacia estatística também inclui um entendimento de conceitos, vocabulário e símbolos e, além disso, um entendimento de probabilidade como medida de incerteza. (Campos *et al.* 2011, p. 478).

Em síntese, destaca-se que o letramento estatístico pode ser entendido como a união da interpretação adequada de símbolos e termos estatísticos com a habilidade em entender a linguagem estatística que é veiculada pelas diversas mídias, juntamente com a capacidade de argumentação sobre a veracidade das informações, com base em conceitos estatísticos. No entanto, pode haver a necessidade de mobilizar outros conceitos de forma a produzir uma melhor assimilação e compreensão sobre o contexto em que se está inserido (Estevam, 2010).

Para que ocorra uma melhora no desenvolvimento do letramento estatístico dos alunos, necessita-se que eles aprendam a utilizar informações estatísticas em seu dia a dia como cidadãos. Evidenciar e relacionar a Estatística com assuntos que fazem parte da vida dos alunos pode melhorar a construção de uma fundamentação estatística, a qual será utilizada para comprovar resultados obtidos por uma pesquisa, proporcionando significado ao que se aprende (Campos, 2007).

Raciocínio Estatístico

Considera-se que uma pessoa racional em Estatística é aquela que consegue fazer interpretações sobre dados, tabelas e gráficos e decidir, baseada em observação destes, qual a melhor estratégia a seguir em uma determinada situação de incerteza, pautada em ideias e testes de hipóteses. “Significa, ainda, entender e ser capaz de explicar um processo estatístico, e ter a capacidade de interpretar, por completo, os resultados de um problema baseado em dados reais” (Campos *et al.* 2011, p. 481).

Pensamento Estatístico

Outra importante competência a ser desenvolvida é o pensamento estatístico, entendido como “as

estratégias mentais utilizadas pelo indivíduo para tomar decisão em toda a etapa de um ciclo investigativo” (Silva, 2007, p. 30). No entendimento de Campos (2007), o pensamento estatístico seria a escolha adequada de ferramentas estatísticas para a interpretação de um determinado problema, no qual uma das características dessa competência é promover a habilidade de ir além do que os textos prescrevem, de forma a gerar especulações não previstas inicialmente.

Entende-se que o trabalho com projetos nos quais o aluno tenha a responsabilidade pelo processo investigativo pode promover o desenvolvimento dos hábitos mentais descritos. No entanto, é fundamental que as atividades propostas aos alunos sejam relacionadas ao contexto em que vivem, de modo a possibilitar a atribuição de significados para eles, evitando a reprodução de algoritmos, mas que à medida que estes forem utilizados, saibam a finalidade do seu uso (Campos, 2007).

Para isso, o papel do professor como mediador é fundamental nesse processo de aprendizagem, pois com o direcionamento adequado de suas aulas poderá colaborar para o desenvolvimento do pensamento estatístico de seus alunos (Walichinski, 2012).

Portanto, percebe-se que as competências estatísticas são complementares e devem ser consideradas quando da elaboração de propostas de investigação estatística pelo professor, de modo a capacitar o aluno e proporcionar o conhecimento necessário para manusear as informações e situações pertencentes ao cotidiano. Assim, entende-se que uma proposta de investigação estatística pode possibilitar ao aluno determinar medidas descritivas como a média, a mediana e a moda, entre outras, que podem despertar o raciocínio estatístico.

Acredita-se que como consequência do desenvolvimento do pensamento estatístico, o aluno torna-se capaz de realizar a leitura de tabelas e de gráficos, bem como determinar as medidas descritivas a partir

da interpretação das informações contidas nessas representações.

Diante do exposto e na busca pelo atendimento do objetivo definido para esta pesquisa, a seguir, descrevem-se os encaminhamentos metodológicos utilizados para a aplicação de uma investigação estatística para o desenvolvimento das competências estatísticas a partir da capacidade de pensar e raciocinar estatisticamente, além de interpretar gráficos e tabelas.

Metodología de pesquisa

Esta é uma pesquisa pautada na abordagem qualitativa do tipo intervenção para o qual se fez uma análise de conteúdo das produções dos alunos nas diversas atividades propostas. Foram utilizadas nove aulas de cinquenta minutos cada. Os alunos foram codificados com a letra A, seguida de um algarismo, de forma a auxiliar a descrição e a análise dos dados, bem como garantir o anonimato. Os dados deste trabalho foram coletados durante a aplicação das atividades por meio de atividades escritas realizadas pelos alunos. Os participantes da atividade de investigação estatística foram todos os alunos pertencentes ao nono ano.

Como o pesquisador também era o professor da turma, já era de conhecimento os saberes provenientes dos alunos quanto aos conteúdos de Estatística, bem como as dificuldades que eles apresentavam, o qual permitiu determinar que as aulas tradicionais e ancoradas apenas em apostilas não eram suficientes para possibilitar o desenvolvimento das competências estatísticas pelos alunos. Com isso, partiu-se da hipótese de que o ensino por investigação com base numa investigação estatística poderia ser uma metodologia diferenciada que contribuisse para a apropriação de conceitos de estatística pelos alunos.

A investigação estatística orientada para os alunos foi realizada numa turma de 9º ano do Ensino

Fundamental de um colégio da rede privada de um município do norte do Paraná, Brasil. Para tanto, o desenvolvimento e a aplicação da investigação estatística baseou-se nas etapas propostas por Batanero e Godino (2005). Assim, a investigação dos alunos contou com seis etapas, de forma que as três primeiras etapas utilizaram uma aula cada. As três etapas seguintes utilizaram-se de duas aulas cada. Assim, (1) Delineamento da questão de investigação; (2) Estruturando o instrumento de coleta de dados; (3) Coleta de dados; (4) Organização dos dados em tabelas; (5) Construção de gráficos; (6) Explorando as Medidas de Tendência Central (MCT).

Com o objetivo de verificar as possíveis contribuições alcançadas, identificar as condições, os saberes e as dificuldades ainda existentes nos alunos participantes da pesquisa, elaborou-se uma avaliação denominada pós-teste com seis questões que envolveram conceitos básicos de Estatística, como leitura e interpretação de gráficos e tabelas, média, mediana e moda. No entanto, aqui são apresentadas as discussões referentes às etapas da investigação estatística desenvolvida, com exceção da exploração com medidas de tendência central.

Desenvolvimento das atividades com base em ensino por pesquisa

Primeira Etapa: Delineamento da questão de investigação

Nessa primeira etapa foi realizada uma conversa com os alunos sobre o que mais faziam quando não estavam no colégio. Essa primeira conversa foi o ponto inicial do trabalho estatístico, já que o tema de investigação seria condizente com a realidade dos alunos. Após essa discussão, todos os alunos concordaram por investigar a forma de comunicação utilizada por eles quando não estão no colégio. A *internet*, por meio dos *sites* de relacionamentos e o celular com as mensagens e aplicativos de bate-papo, foram as citadas por eles.

O uso da investigação estatística se justifica tendo em vista que “não há sentido em simplesmente solicitar aos alunos que façam uma pesquisa de campo, organizem os dados em tabelas e gráficos e entreguem ao professor” (Estevam, 2010, p. 96). No caso desta investigação o objetivo era conhecer as diversas formas de comunicação existentes nos dias atuais, de forma que a Estatística com seus conceitos e métodos possa ajudar a chegar a possíveis conclusões sobre o tema proposto. Para isso foram realizadas arguições junto aos alunos, como: A investigação é relevante? Utiliza-se uma amostra? Como se escolhe o tamanho da amostra? Como coletar os dados? O que você quer provar? Encontrará problemas? Poderá responder sua pergunta? Para que servirão os resultados? (Santos e Ponte, 2013).

Questionou-se também, o que eles mais faziam no celular e a maioria relatou que se utilizam de aplicativos para troca de mensagens, redes sociais, de jogos, de músicas, de vídeos e de fotos, ficando o uso para realização de ligações como a última finalidade. Esse mesmo resultado foi observado por Estevam (2012) cuja pesquisa revelou que os alunos menos fazem no aparelho celular é a ligação. Na sequência, perguntou-se ainda, quais aplicativos que mais utilizavam no celular e, assim, surgiram respostas como *WhatsApp*, *Facebook*, *Instagram*, *Snapchat*, *Twitter* e *Skype*.

A partir desses questionamentos e das discussões sobre o meio de comunicação mais utilizado, levantou-se a seguinte questão: Será que os alunos do colégio utilizam o celular dessa mesma forma? Com isso, delineou-se como tema relevante de investigação para os alunos do 9º ano e para a pesquisa exploratória: “A utilização do celular pelos alunos do Colégio”.

Segunda Etapa: Estruturando o Instrumento de Coleta de Dados

Uma vez definido o tema da pesquisa, a segunda etapa pautou-se na escolha de um instrumento para

a coleta de dados. Optou-se por um questionário, elaborado pelos alunos e com orientação do pesquisador, com questões objetivas, com linguagem adequada, a escolaridades dos alunos que iriam responder (anos finais do Ensino Fundamental e Médio), e interligadas com o tema de pesquisa escolhido por eles.

Durante a elaboração do questionário discutiu-se a pertinência de saber a idade, o ano e o sexo dos alunos, afim de que posteriormente comparações poderiam ser feitas entre as turmas pesquisadas, estabelecendo-se assim, um primeiro contato com variabilidade.

A primeira questão elaborada foi: você tem celular? Se sim, responda as seguintes questões. Os alunos optaram também, em saber qual era a marca do celular mais utilizado no colégio, estabelecendo assim a segunda questão: Qual a marca do seu celular? As alternativas foram: *Apple*, *Nokia*, *Samsung*, *LG*, *Motorola* e Outros. A terceira questão foi a respeito da utilização do celular. Enumere apenas o que você mais faz no celular (o número 1 representa o que mais faz; o número 2 a segunda coisa que mais faz; e assim por diante). Como opções: SMS (*Short Message Service*), Redes Sociais, Músicas, Ligações, Jogos, Fotos e Vídeos. Segue exemplo abaixo de como poderia ficar a marcação após o preenchimento.

| | |
|--|------------|
| (1) SMS (<i>Short Message Service</i>) | (5) Jogos |
| (3) Redes Sociais | (4) Fotos |
| (2) Músicas | (6) Vídeos |
| (7) Ligações | |

Quadro 1. Opções utilizadas no celular.

Fonte: autores.

A quarta questão se tratava dos aplicativos utilizados por eles e também era necessário enumerar de acordo com a ordem de preferência. Enumere apenas os aplicativos que você mais utiliza no celular. Essa questão continha as seguintes opções de

resposta: *WhatsApp, Facebook, Instagram, Snapchat, Twitter e Skype*. A quinta e última questão foi referente à utilização do aparelho de celular no colégio: você usa o celular no colégio? As opções eram sim ou não.

Terceira Etapa: Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada no próprio colégio e os alunos foram separados em duplas. Sete turmas foram pesquisadas, do 6º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio, totalizando 76 questionários.

Nesse momento foi explicado aos alunos que em Estatística cada característica pesquisada é denominada variável, dividida em qualitativa e quantitativa. A qualitativa classifica-se como nominal ou ordinal e a quantitativa como contínua ou discreta.

Alguns alunos mostraram-se um pouco tímidos quanto à pesquisa com outras turmas, no entanto foi exposto que a situação traria maior comprometimento com o trabalho e era benéfico quanto às habilidades que poderiam ser desenvolvidas. Com isso, essa etapa possibilitou aos alunos atuarem como pesquisadores em uma investigação estatística. Lopes (2003) julga necessário o aprimoramento das habilidades de coleta, de modo que entendam as ferramentas existentes no processo estatístico, contribuindo assim, para a construção de conhecimentos e significados.

Quarta Etapa: Organização dos Dados em Tabelas

Após a coleta de dados, iniciou-se o auxílio aos alunos com a tabulação dos dados em tabelas, como forma de apresentação dos dados e a facilitar a observação dos resultados. Neste momento foi possível perceber que eles apresentavam maior interesse para esta atividade, pois os mesmos queriam saber quais eram as preferências das outras turmas e se elas eram as mesmas deles.

Salientou-se que as tabelas são quadros que sintetizam um conjunto de dados, devem ser claras e não precisam de texto para serem compreendidas, isto é, são autossuficientes, e que os elementos fundamentais de uma tabela estatística são: título, corpo da tabela, cabeçalho e coluna indicadora.

A sequência apresentada neste trabalho contempla a construção de tabelas simples, de dupla entrada e de distribuição de frequências utilizando os dados coletados pelos alunos. Por sugestão dos alunos, as construções das tabelas se deram a partir da ordem em que apareciam nos questionários, assim a primeira tabela foi com relação a variável sexo dos alunos. Nesta etapa foi necessário que o professor auxiliasse na lousa a construção das tabelas, visto que cada dupla possui questionários diferentes a serem analisados.

Quinta Etapa: Construção de Gráficos

O desenvolvimento desta etapa se constitui na construção dos diferentes tipos de gráficos mais usuais, como gráfico de barras, colunas e setores a partir dos dados coletados pelos alunos, bem como a utilização das tabelas construídas na etapa anterior. Destacou-se também aos alunos a utilidade dos gráficos, qual o tipo mais adequado para informar um determinado conjunto de dados. Foi necessário discutir como devem ser apresentados os gráficos para que a sua leitura se torne simples e objetiva destacou-se os elementos essenciais de um gráfico a saber: título, escala, fonte e legenda.

Ressaltou-se ainda, que o gráfico de barras ou de colunas, pode ser vertical ou horizontal e são representados por retângulos proporcionais a quantidade de dados de cada variável e tem por objetivo mostrar as diferenças das frequências de uma ou mais variáveis.

Resultados

A seguir apresentam-se os alguns resultados do desempenho dos alunos nas atividades escritas que

foram analisadas sob uma abordagem qualitativa (Bodgan e Biklen, 1994). Vincula-se a cada etapa a competência que se acredita ter alcançado pelos alunos na investigação estatística.

Primeira etapa

Para promover a percepção sobre os dados (Campos, 2007), foi relevante trabalhar com contextos reais, e a escolha de um tema de investigação emanou a partir do interesse dos alunos, com o intuito de contribuir para o desenvolvimento do pensamento estatístico. Médice (2007) salienta que ao proporcionar que eles elaborem o seu problema de pesquisa e a sua hipótese, pode favorecer a construção dessa competência.

Vale destacar que os alunos participantes da pesquisa, com a discussão, puderam reconhecer a necessidade de se obter dados significantes para uma melhor compreensão do problema, o que pode indicar o desenvolvimento do pensamento estatístico em um ciclo investigativo como aponta Silva (2007), que se refere a situações de incerteza em tomada de decisões. Essa constatação foi verificada mediante o relacionamento dos alunos com o tema escolhido e as considerações sobre a importância dos dados para as conclusões finais.

Segunda etapa

Pode-se dizer que essa etapa de pesquisa, a estruturação do instrumento de coleta de dados, possibilitou o envolvimento dos alunos com os objetivos da investigação exploratória, pois se sentiram mais confiantes no desenvolvimento das atividades. Isso pôde ser percebido enquanto os alunos expressavam, escutavam e debatiam sobre suas ideias e opiniões.

Com essa etapa da investigação estatística, acredita-se que os alunos puderam refletir sobre as variáveis que estariam envolvidas na coleta de dados, bem como relacionar os dados que iriam coletar

com o contexto do problema. Essas habilidades de coleta, tratamento dos dados e a sua aproximação com a realidade deles proporcionam o desenvolvimento do pensamento estatístico segundo Chance (2002).

Caro colega, pedimos para responder as questões com sinceridade, pois se trata de uma pesquisa com o título "O uso do celular" realizada pelo 9º ano. Contamos com a sua colaboração. Obrigada.

Idade: _____ Série: _____ Sexo: () M () F

| | |
|---|--|
| <p>01-Você tem celular ? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Se sim responda as seguintes questões :</p> <p>02-Qual a marca do seu celular? <input type="checkbox"/> Apple <input type="checkbox"/> Nokia <input type="checkbox"/> Samsung <input type="checkbox"/> LG <input type="checkbox"/> Motorola <input type="checkbox"/> Outros</p> <p>03-Enumere apenas o que você mais faz no celular: <input type="checkbox"/> Mensagens <input type="checkbox"/> Redes Sociais <input type="checkbox"/> Músicas <input type="checkbox"/> Ligação <input type="checkbox"/> Jogos <input type="checkbox"/> Pra fotos <input type="checkbox"/> Assistir vídeos</p> | <p>04-Enumere apenas os aplicativos que você mais usa no celular: <input type="checkbox"/> Whatsapp <input type="checkbox"/> Facebook <input type="checkbox"/> Instagram <input type="checkbox"/> Snap Chat <input type="checkbox"/> Twitter <input type="checkbox"/> Skype</p> <p>05-Você usa o celular no colégio ? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> |
|---|--|

Figura 1. Instrumento de coleta de dados elaborado pelos alunos.

Fonte: autores.

Em uma investigação estatística, a elaboração do instrumento de coleta de dados, pode influenciar nos resultados da pesquisa. Nesse sentido, as opções adotadas pelos alunos nesta construção do instrumento auxiliou-lhes na reflexão sobre o processo, isto é, análise sobre as variáveis presentes no instrumento, permitindo exercitarem a sua criatividade e criticidade em uma situação nova, pois "o desenvolvimento do pensamento estatístico só será evidenciado no momento em que os estudantes demonstrarem suas habilidades espontaneamente, quando colocados frente a problemas abertos" (Campos, 2007, p. 56).

Terceira etapa

Acredita-se que a coleta dentro de um contexto significativo permitiu o desenvolvimento estatístico dos alunos visto que o trabalho com dados reais, contribuiu para o desenvolvimento das competências estatísticas. Desse modo, a coleta de dados fez-se importante na pesquisa estatística, pois proporcionou observarem o processo de investigação por

completo, revisando cada componente, os hábitos mentais e habilidades de resolução de problema. As habilidades aqui destacadas, são as mesmas propostas por Chance (2002) ao salientar que a coleta de dados contribui com o descobrimento de método e técnicas próprios, desenvolvendo o pensamento estatístico.

A coleta de dados é um dos componentes do letramento estatístico, bem como a percepção sobre os dados (Rumsey, 2002), dessa forma pode-se dizer que os alunos participantes da pesquisa puderam desenvolver tal competência, pois entenderam o porquê estavam coletando dados e o que iriam fazer com eles.

Quarta etapa

A tabela inicial organizada por eles ficou conforme a figura 2, onde cada coluna representa os valores encontrados por cada dupla.

Tabela 1 - Sexo dos alunos.

| | | | | | |
|-----------------|----|----|----|----|----|
| MASCULINO | 11 | 8 | 14 | 11 | 44 |
| FEMININO | 7 | 8 | 6 | 6 | 27 |
| NAO RESPONDERAM | 0 | 0 | 3 | 2 | 5 |
| | 18 | 16 | 23 | 19 | 76 |

Fonte 9ª

Figura 2. Atividade realizada pela aluna A1.

Fonte: autor.

Destaca-se, ainda, que alguns alunos não marcaram a opção sexo, e conforme os próprios alunos salientaram era necessário deixar a opção não responderam, pois poderia haver indivíduos que não marcaram esta opção por não se considerarem do sexo masculino ou feminino. É possível que não marcaram a opção sexo por não terem prestado atenção na questão, no entanto, é relevante a observação levantada, pois, pode-se perceber que esses alunos pensaram estatisticamente. Nota-se que eles conseguiram enxergar que por trás dos

dados coletados existe uma realidade que não pode ser ignorada e deve ser questionada, isto é, estão pensando além do texto como propõe Chance (2002).

Uma tabela de dupla entrada e distribuição de frequência foi construída, relacionando a variável sexo e a porcentagem, conforme figura 3, ilustrando assim, os diferentes tipos de tabelas. Essa construção se fez importante na medida em que o aluno pôde apresentar os resultados encontrados e ainda fazer interpretações a partir da tabela de dupla entrada, desenvolvendo o raciocínio sobre associação conforme aponta Silva (2007).

Tabela 3 - Quantidade de alunos que possuem celular.

| celular | sexo | |
|---------|-----------|----------|
| | masculino | feminino |
| sim | 54% | 31,5% |
| não | 5,6% | 2,6% |

fonte: 9ª A

Figura 3. Atividade realizada pela aluna A3.

Fonte: autor.

Conti (2009) salienta que o processo de construção de tabelas é um componente do letramento estatístico que por sua vez não é valorizado pelos livros didáticos, que muitas vezes abordam a tabela pronta, e solicita-se apenas a transformação dela em um gráfico.

Para a construção de uma tabela que ilustrasse as marcas de celulares mais utilizadas os alunos não encontraram dificuldades, pois o conteúdo de construção de tabela simples já havia sido trabalhado anteriormente com eles, no entanto não eram com dados reais. A figura 4 ilustra uma tabela construída por um dos alunos.

Tabela 4 - Marcas de celulares mais utilizadas

| MARCA | Nº de alunos | Porcentagem |
|----------|--------------|-------------|
| Apple | 16 | 22,8% |
| Xiaomi | 41 | 58,6% |
| LG | 5 | 7,14% |
| Motorola | 3 | 4,28% |
| Nokia | 3 | 4,28% |
| Outros | 2 | 2,9% |

Fonte: 9ªA

Figura 4. Atividade realizada pela aluna A3.

Fonte: autor.

Como forma de gerar estatística descritiva e entender as formas de representações para assim contribuir com o desenvolvimento das competências foram organizados os dados referentes aos aplicativos mais utilizados. Os alunos de início queriam construir uma tabela simples para cada prioridade, esquecendo (ou não sabiam) que uma tabela de dupla entrada resolveria o problema. A construção dessa tabela gerou uma discussão sobre onde colocar cada variável e após a explicação de como ordenar as prioridades de acordo com os aplicativos mais utilizados eles conseguiram organizar a tabela. Estevam (2010) descreve essa mesma circunstância em sua pesquisa, na qual os alunos encontraram dificuldades em indicar a ordem de cada coluna.

Tabela 6 - Aplicativos mais utilizados

| Aplicativo | prioridades | | | Total |
|------------|-------------|----|----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Facebook | 15 | 39 | 5 | 59 |
| WhatsApp | 42 | 15 | 5 | 62 |
| Outros | 13 | 8 | 51 | 72 |

Figura 5. Atividade realizada pela aluna A3.

Fonte: autor.

Essas atividades proporcionaram aos alunos a apresentação e representação dos dados, de forma

que eles puderam compreender o problema proposto e assim construir as suas próprias conclusões de acordo com o que encontraram, desenvolvendo assim o raciocínio e o pensamento estatístico, uma vez que, buscou-se a interação do aluno com a investigação estatística como salienta Walichinski (2012), ao propor o envolvimento direto do aluno em todo ciclo investigativo.

Considera-se que a construção de tabelas a partir de dados coletados pelos alunos auxiliou no desenvolvimento do raciocínio estatístico, visto que, de acordo com Garfield (2002) entender as diversas formas de representações desenvolve essa competência. Desenvolver a capacidade de construção faz parte do letramento estatístico à medida que se aproximam do domínio das ferramentas estatísticas, bem como de suas terminologias. Acredita-se que essa atividade proporcionou o desenvolvimento dessas competências estatísticas pelos alunos participantes da pesquisa, visto que, fizeram parte ativamente de todas as etapas propostas até aqui.

Quinta etapa

Como descrito anteriormente, o objetivo dessa etapa foi o de apresentar os elementos essenciais de um gráfico, como título, fonte e as variáveis. A figura 6 ilustra o primeiro gráfico, o de setores, construído por eles.

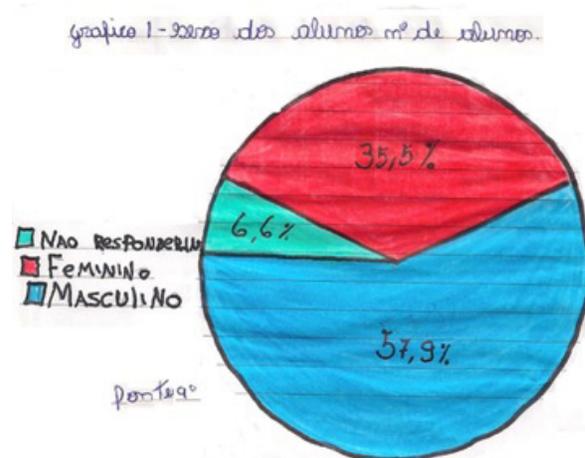


Figura 6. Atividade realizada pela aluna A8.

Fonte: autor.

O primeiro gráfico construído foi o de setores, uma vez que os alunos demonstraram interesse em começar por esse, alegando ser o mais compreensível. Apesar do interesse deles por construir um gráfico de setores, não conseguiram desenvolver sozinhos, pois não lembravam como transitar entre as transformações necessárias, isto é, transformar a porcentagem das variáveis em graus, conceito já visto em séries anteriores.

Calculou-se então a porcentagem equivalente a fim de que cada uma das variáveis (masculino, feminino e não responderam) fossem representadas utilizando esse conceito.

O segundo gráfico construído foi o de barras simples com a variável idade. Para a construção desse gráfico solicitou-se aos alunos que observassem a tabela construída anteriormente e com base nela fizessem a construção.



Figura 7. Transição realizada pela aluna A8.

Fonte: autor.

Acredita-se que com essa transição, da tabela para o gráfico, os alunos desenvolveram o pensamento estatístico, pois como descrito em Coutinho; Silva e Almouloud (2011) e reforçado por Walichinski (2012) a transição contribui para o desenvolvimento dessa competência estatística. Como os livros e apostilas abordam essa transformação, esse conteúdo já foi visto anteriormente de forma mecânica, portanto para a construção desse gráfico os alunos não encontraram dificuldades.

A figura 8 ilustra a construção de um gráfico de barras, que de início foi barras duplas, no entanto

utilizaram também os dados dos alunos que não marcaram a opção sexo. Acredita-se que isso contribuiu com o desenvolvimento dos alunos, pois puderam perceber que podem existir outras variáveis que são capazes de melhorar as informações veiculadas pelo gráfico. Com isso o gráfico passou a ter três barras.

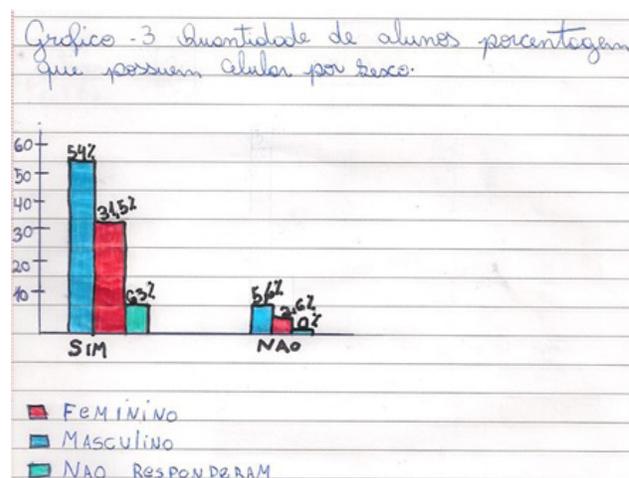


Figura 8. Atividade realizada pela aluna A8.

Fonte: autor.

A partir das representações gráficas construídas em sala de aula, considera-se ter proporcionado aos alunos condições para o desenvolvimento do raciocínio estatístico. Destaca-se que alguns tipos de raciocínio puderam ser alcançados pelos alunos, a saber, raciocínio sobre dados pois foram trabalhadas as formas de representações dos dados; raciocínio sobre representação dos dados, pois foi proporcionado que compreendessem como os gráficos podem ser modificados para representar melhor um conjunto de dados; raciocínio sobre amostras: foi discutido que os resultados representam apenas aquele colégio, portanto apresentou-se a relação entre a amostra e a população; raciocínio sobre associação, pois puderam interpretar a relação entre duas variáveis e tabela de dupla entrada, conforme descrito por Campos (2007).

Acredita-se que com o desenvolvimento desta etapa da investigação estatística, foi possível tornar

familiar para os alunos participantes, alguns termos e conceitos básicos referentes à Estatística Descritiva.

Considerações finais

Frente ao objetivo deste trabalho, que foi o de analisar as contribuições de uma investigação estatística, composta de atividades contextualizadas, pode trazer para o ensino e a aprendizagem da Estatística nos anos finais do Ensino Fundamental, algumas considerações se fazem pertinentes.

Durante a aplicação da investigação estatística, foram verificadas as atitudes dos alunos em relação ao processo de ensino e de aprendizagem, e assim, destacam-se as contribuições encontradas: despertou o interesse dos alunos, provocou a capacidade de investigação estatística, promoveu o gosto pela Estatística, contribuiu para a comunicação verbal, estimulou o trabalho em grupos, promoveu a interação aluno-aluno e aluno-professor, propiciou a aquisição de conhecimentos em relação aos conteúdos básicos de Estatística Descritiva.

Durante a aplicação da investigação estatística, foi possível o desenvolvimento de atividades que envolviam um contexto com a realidade do aluno, na qual puderam coletar, organizar e resumir dados, representando-os de diferentes formas, familiarizando-se com a diferentes situações, envolvendo-se com o conhecimento estatístico, de modo a atribuir significados ao que foi aprendido (Brasil, 1998). Assim, pode-se dizer que as competências de letramento, pensamento e raciocínio estatístico, foram desenvolvidas por esses alunos, como pode-se observar nas discussão dos resultados.

Acredita-se ter contribuído para a formação da base necessária para que esses alunos possam atingir o letramento estatístico, estando aptos a vivenciar novas situações nas quais se fazem necessários conhecimentos da Estatística. Assim, espera-se que ao se depararem com situações de seu cotidiano, eles sejam capazes de utilizar os conhecimentos

estatísticos, como interpretação de gráficos e tabelas, entendimento das variáveis presentes em uma pesquisa, podendo elaborar argumentações sobre determinados assuntos, como visto nas etapas da investigação estatística.

Desse modo, acredita-se que atividades envolvendo situações que façam parte da realidade do aluno, em que ele interaja de forma sistemática com o conteúdo abordado, como a investigação desenvolvida e apresentada aqui, merecem maior espaço entre os docentes, uma vez que é possível observar as contribuições em relação ao ensino de Estatística.

Referências

- BATANERO, C.; GODINO, J. D. Perspectivas de la educación estadística como área de investigación. In R. Luengo (Ed.). **Líneas de investigación en Didáctica de las Matemáticas**. Badajoz: Universidad de Extremadura. 2005. p. 203-226.
- BODGAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Tradução de M. J. Alvarez; S. B. dos Santos e T. M. Baptista. Porto Editora. Porto. 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino fundamental (5ª a 8ª série)/matemática**. Brasília (DF). MEC/SEF. 1998.
- CAMPOS, C. R. **A Educação estatística: uma investigação acerca dos aspectos relevantes à didática da estatística em cursos de graduação**. 242 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro (SP). 2007.
- CAMPOS, C. R. *et al.* Educação Estatística no Contexto da Educação Crítica. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 24, n. 39, p. 473-494, 2011.
- CHANCE, B. L. Components of statistical thinking and implications for instruction and assessment. **Journal of Statistics Education**, v. 10, n. 3, 2002. Disponível em: <www.amstat.org/publications/jse/v10n3/chance.html>. Acesso em: 09 ago. 2013.

- CONTI, K. C. **O papel da estatística na inclusão de alunos da educação de jovens e adultos em atividades letradas.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 2009.
- COSTA, A. **A educação estatística na formação do professor de matemática.** 153. f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação, Universidade São Francisco, Itatiba, SP, 2007.
- COUTINHO, C. Q. S.; SILVA, M. J. F.; ALMOULOU, S. A. Desenvolvimento do pensamento estatístico e sua articulação com a mobilização de registros de representação semiótica. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 24, n. 39, p. 495-514, ago. 2011. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/5105>>. Acesso em: 06 jan. 2014.
- ESTEVAM, E. J. G. **(Res)significando a Educação Estatística no Ensino Fundamental: análise de uma sequência didática apoiada nas Tecnologias de Informação e Comunicação.** 211 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente (SP), 2010.
- GARFIELD, J. The challenge of developing statistical reasoning. In: **Journal of Statistics Education**, v. 10, n. 3, 2002. Disponível em: <<http://www.amstat.org/publications/jse/v10n3/garfield.html>>. Acesso em: 06 ago. 2013.
- LOPES, C. A. E. **O conhecimento profissional dos professores e suas relações com estatística e probabilidade na educação infantil.** 281 f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 2003.
- MEDICE, M. **A construção do pensamento estatístico: organização, representação e interpretação de dados por alunos da 5ª série do ensino fundamental.** 127 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo (SP), 2007. Disponível em: <http://www.sapientia.pucsp.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4529>. Acesso em: 27 jul. 2013.
- RUMSEY, D. J. Statistical literacy as a goal for introductory statistics courses. **Journal of Statistics Education**, v. 10, n. 3, 2002. Disponível em: <www.amstat.org/publications/jse/v10n3/change.html>. Acesso em: 26 jul. 2013.
- SANTOS, R.; PONTE, J. P. O desenvolvimento de investigações estatísticas: Um estudo com futuros professores e educadores. In: J. M. Contreras, G. R. Cañadas, M. M. Gea y P. Arteaga (Eds.), **Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria.** Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada, 2013. p. 455-462.
- SILVA, C. B. **Pensamento estatístico e raciocínio sobre variação: um estudo com professores de matemática.** 354. f. Tese (Doutorado em Educação) –Pontifícia Universidade Católica, São Paulo (SP), 2007. Disponível em <<http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/dissertations/07.Silva.Dissertation.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2014.
- WALICHINSKI, D. **Contextualização no Ensino de Estatística: uma proposta para os anos finais do Ensino Fundamental.** Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Tecnologia). 150 f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa (PR), 2012.





O CÉU NOTURNO COMO CENÁRIO DO TEMPO: UMA POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

The Night Sky as Weather Scenario: a Possibility for Astronomy Education

Laryane Alves de Alcântara¹
Alessandra Alexandre Freixo²

Para citar como este artículo: Alcântara, L.A y Freixo, A.A. (2016). O céu noturno como cenário do tempo: uma possibilidade para o ensino de astronomia. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 11(1), 70-85. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a5

Recibido: 3 de septiembre 2015 / Aceptado: 15 de junio de 2016

Resumo

Buscamos neste trabalho apresentar os resultados de uma estratégia didática para o ensino de astronomia, sob a forma de oficina, desenvolvida junto a estudantes do ensino fundamental de uma Escola Família Agrícola do semiárido baiano, tendo como foco as narrativas míticas das constelações, de modo a avaliar como estas podem contribuir para uma melhor compreensão de noções que envolvem as constelações e estações do ano. Por meio desta oficina, foi possível desenvolver noções importantes sobre as estações do ano e suas relações com as constelações, ampliando os conhecimentos apresentados nos livros didáticos, distantes da realidade dos estudantes. O recurso às narrativas míticas pareceu facilitar a apreensão dos diversos significados conferidos às constelações, até então desconhecidos pelos estudantes.

Palavras chaves: ensino de astronomia, narrativas míticas, escola família agrícola.

-
1. Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Feira de Santana, Brasil. laryannealves@hotmail.com.
 2. Doutora em Ciências Sociais; Professora Adjunta, Departamento de Educação, Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Feira de Santana, Brasil. aafreixo@hotmail.com.

Abstract

In this study, we seek to show the results of a didactic strategy for education in astronomy. In the format of a workshop, this study was developed with elementary school students of a Family Farm School of the Semi-arid region of Bahia, focusing the mythical narratives of the constellations in order to evaluate how these narratives can contribute to a better comprehension of concepts involving the constellations and year seasons. Through this workshop, it was possible to develop important ideas about the seasons and their relations with the constellations, extending the knowledge presented in textbooks, far from the reality of the students. Thus, the use of mythic narratives seemed to facilitate the learning of a diversity of meanings given to the constellations, previously unknown by the students.

Keywords: astronomy teaching, mythic narratives, family farm school.

Introdução

Ensinar ciências requer, a um só tempo, o conhecimento sobre os conteúdos científicos e o conhecimento sobre o modo como os aprendizes atribuem significados ao que está sendo ensinado, o que inclui desde a adoção de determinada metodologia de ensino, passando pelas questões de motivação e envolvimento dos alunos, chegando até a formação de valores que irão nortear a vida prática (BRASIL, 1998).

Ao se colocar na base da ciência, a Astronomia fez sentir sua influência em praticamente todos os ramos do conhecimento científico. Mas assim como grande parte dos conteúdos de ciência, a Astronomia sofreu uma fragmentação. Com essa diluição, tanto o ensino da Astronomia, como também o próprio professor, foram prejudicados.

Apesar das constelações não possuírem a expressiva significação que tinham na Antiguidade, o interesse dos jovens pelo Universo parece ser uma herança de povos antigos, que desde tempos mais remotos se interrogavam sobre esse imenso cenário que nos encontramos. Aproveitando esta curiosidade

dos estudantes, incitar o estudo dos fenômenos e corpos celestes pode ser de fundamental importância para motivar o aprendizado de ciências, associando a Astronomia a outras áreas da Ciência.

Grandes centros urbanos, ou até mesmo cidades com muita iluminação, são prejudicados quando a atividade é observar o céu noturno. Dessa maneira, trabalhar com observação de astros apenas visíveis à noite se torna uma limitação para a escola tradicional, que possui período de aula diurno. Locais mais distantes desses centros, ou seja, com pouca luminosidade, são ideais para esse tipo de atividade; dessa maneira, Escolas Família Agrícola (EFA) são privilegiadas no ensino de Astronomia, quando o assunto é estudar as estrelas, as constelações, a lua, enfim corpos celestes apenas visíveis no período noturno, pois sua localização facilita a observação. É sob essa perspectiva que procuramos desenvolver oficinas de Astronomia junto a estudantes do ensino fundamental de uma EFA do semiárido baiano, tendo como foco as narrativas míticas das constelações, de modo a avaliar como estas podem contribuir para uma melhor compreensão de noções científicas que envolvem as constelações e estações do ano.

Diante de uma problemática relacionada ao ensino de ciências, particularmente o ensino de Astronomia, que dentre as Ciências, é abordada de maneira fragmentada e pouco relacionada ao cotidiano dos educandos, procuramos estimular os estudantes a conhecerem as histórias dos povos antigos, olhando para o céu e observando algumas constelações, e incentivando-os a representarem sua imaginação, sua cultura para criar um mito e motivá-los para a compreensão da interação que pode existir entre o ensino de Astronomia, as estações do ano e o campo.

Traçaremos aqui alguns dos resultados de uma oficina que realizamos com os estudantes, no intuito de propor a inserção das narrativas míticas das constelações como um recurso para o ensino de Astronomia no contexto da educação do campo. Para melhor compreensão dos resultados obtidos, nos lançaremos inicialmente a um breve debate sobre os principais referenciais nos quais nos baseamos para desenvolver tal estratégia didática, bem como aos referenciais que dispomos para compreender o contexto no qual estão inseridos os sujeitos dessa pesquisa.

A “nebulosa” do saber rural: Educação do Campo e as Escolas Família Agrícolas (EFA)

É de fundamental importância salientar a razão principal pela qual nasceram as ideias de uma Educação do Campo. A luta pela terra e a conquista dos assentamentos construíram um território, onde se desenvolvia uma nova realidade, que são os assentamentos rurais; a partir daí, os trabalhadores sem-terra perceberam que era possível construir uma nova escola, mesmo quando muitos diziam ser impossível, criaram a escola da terra, onde se desenvolveria uma educação voltada para o campo (FERNANDES, 2004). Esta luta passa então a fortalecer o campesinato no Brasil, expandindo-se para além dos assentamentos rurais, seu nascedouro, a partir da organização do Movimento dos Trabalhadores Sem Terra (MST), alcançando adeptos na luta

por uma educação de qualidades em outras comunidades que representam a agricultura camponesa no Brasil (FERNANDES; MOLINA, 2005).

A busca por melhorias na educação dos povos do campo é contínua e deriva, de acordo com Caldart (2003), de tensões, lutas sociais, organizações e movimentos de trabalhadores e trabalhadoras da terra, que estão em busca de novos olhares, por parte do Estado e da sociedade, para o campo e seus sujeitos. As diversas articulações e mobilizações da população rural através de suas organizações e movimentos sociais são uma maneira de reagir ao processo de exclusão social, reivindicando novas políticas públicas que garantam não apenas o acesso à educação, mas, fundamentalmente, a construção de uma escola e de uma educação do campo, que tem conquistado lugar na agenda política nas instâncias municipal, estadual e federal nos últimos anos (SILVA, 2008).

Considerando que existe uma necessidade de que a educação do campo seja específica e contextualizada com a realidade dos sujeitos do campo, inicialmente devemos enfatizar o processo de formação humana, em que ocorra uma construção de referências culturais e políticas para a interferência das pessoas e dos sujeitos sociais na realidade (ARROYO; CALDART; MOLINA, 2004). Nesse sentido, os conhecimentos povos do campo devem ser valorizados, de modo que o este ultrapasse seu papel como lugar do trabalho agrícola, mas principalmente se torne lugar de convívio e de recriação de identidades, que possibilitem ao sujeito do campo sua reprodução social. São essas as principais bandeiras de luta dos movimentos sociais, que se constituem como sujeitos coletivos que, organizados, buscam e produzem a educação do campo (GUHUR; SILVA, 2009).

O movimento “Por uma Educação do Campo” idealiza o campo como espaço de vida e resistência, onde camponeses lutam por acesso e permanência na terra e para edificar e garantir um *modus vivendi*

que respeite as diferenças quanto à relação com a natureza, com o trabalho, sua cultura, suas relações sociais. Esta concepção educacional não está sendo construída para os trabalhadores rurais, mas por eles e com eles (FERNANDES; MOLINA, 2005, p.9).

Neste contexto de luta por uma educação do campo, inserem-se as experiências das Escolas Famílias Agrícolas, cujo projeto formativo pauta-se na Pedagogia da Alternância (PA). Esta tem suas origens na década de 50, a partir de experiência pedagógica de agricultores e religiosos franceses, insatisfeitos com o contexto excludente da educação oferecida aos povos do campo. Estes sujeitos coletivos organizados no seio da Igreja Católica passam então a lutar por uma educação formal que atendesse às necessidades formativas dos agricultores, por meio de uma formação integral, que alternasse a educação no meio escolar à formação no meio familiar, visando não apenas uma formação técnica visando as atividades agrícolas, mas que possibilitasse o pleno desenvolvimento dos jovens rurais, partindo das experiências concretas dos estudantes (TEIXEIRA; BERNATT; TRINDADE, 2008).

O projeto metodológico da PA consiste em, alternar um período educacional na escola e outro na família/comunidade, na busca da articulação entre teoria e prática. Para a União Nacional das Escolas Famílias Agrícolas do Brasil (UNEFAB, 2011, p.1 e 2),

a Pedagogia da Alternância está embasada no princípio de que a vida ensina mais que a escola, por isso o tempo escolar é alternado e integrado com o tempo familiar. O trabalho e as experiências sociais no meio integram o currículo, constituem os conteúdos vivenciais básicos da ação educativa da EFA. A Pedagogia da Alternância acredita na experiência coletiva como elemento da verdadeira aprendizagem, uma aprendizagem crítica e dialética. É uma proposta que busca a socialização do saber, a valorização da cultura popular, bem como o diálogo para um aprofundamento científico e aprimoramento desses saberes em vista da transformação do meio.

No Brasil, essa experiência teve início em 1969, no estado do Espírito Santo e atualmente são diversas as experiências de educação escolar que utilizam a PA como método, constituindo as Escolas Família Agrícola (EFAs) e as Casas Familiares Rurais (CFRs) as experiências mais conhecidas, sendo essas duas experiências denominadas como Centros Familiares de Formação por Alternância -CEFFAs (TEIXEIRA; BERNATT; TRINDADE, 2008). Os CEFFAs, apesar de suas especificidades e diferenças,

são experiências educativas que têm como princípio norteador de sua prática educativa a pedagogia da alternância. Tal princípio repousa sobre a combinação, no processo de formação do jovem agricultor, de períodos de vivência no meio escolar e no meio familiar. Buscando articular universos considerados opostos ou insuficientemente interpenetrados – o mundo da escola e o mundo da vida, a teoria e a prática, o abstrato e o concreto – a alternância coloca em relação diferentes parceiros com identidades, preocupações e lógicas também diferentes: de um lado, a escola e a lógica da transmissão de saberes e, de outro, a família e a lógica da agricultura familiar (SILVA, 2009, p. 270).

De acordo com a UNEFAB - União Nacional das Escolas Famílias Agrícolas do Brasil, algumas características são comuns as EFAs, a) Uma associação responsável, incluindo todos os aspectos: econômicos, jurídicos e administrativos; b) uma metodologia pedagógica específica, alternando períodos no ambiente escolar e momentos no ambiente familiar comunitário; c) formação integral, na qual ocorre o compromisso com uma formação escolar, como parte da realidade e das necessidades dessas famílias; d) desenvolvimento local, destacando o fortalecimento da agricultura familiar e inserção profissional e empreendedora dos jovens no meio rural.

Para atender a essa problemática, Baptista (2003) propõe que uma escola rural deve atender alguns modelos de suma importância, entre esses,

enfaticamos para nossa pesquisa, um modelo de escola que excite a construção de novas formas de conhecimentos e que estes, possam interagir com o conhecimento que as famílias possuem, além disso, a prática educativa deve exceder as paredes da escola, promovendo o encontro com diversos espaços pedagógicos existentes e disponíveis, seja nas propriedades rurais, nas comunidades, nas roças, ou seja, quaisquer ambientes que ultrapassem as barreiras físicas da escola tradicional.

As “estrelas alfa” do ensino: Astronomia e ciências

Em se tratando do ensino de Ciências Naturais, esse tem sido orientado por diferentes propostas educacionais, que se sucedem ao longo das décadas como elaborações teóricas e que, de diversas maneiras, se expressam nas salas de aula. Ainda hoje muitas práticas são fundamentadas apenas na transmissão de informações, na qual os professores recorrem quase exclusivamente a aulas expositivas e ao livro didático; por outro lado, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) já apontam para inovações pedagógicas que tem possibilitado avanços, mesmo que tímidos, na aprendizagem das ciências no nível fundamental de ensino.

No que tange ao ensino das ciências para o ensino fundamental, a apreensão do mundo pelas crianças é dada muito em seu aspecto concreto, e em seu envolvimento emocional com o assunto (CAVASSAN *et al.*, 2008), sendo uma das tarefas mais importantes do educador, mostrar ao educando a relevância daquilo que vai ser o assunto ou trabalho a ser desenvolvido

Há décadas a educação brasileira vem sendo analisada intensamente e conduzida a tentativas de reformulação no que diz respeito aos métodos utilizados pelos professores em sala de aula. Recentemente, a interatividade é uma ação que se mostra bastante promissora, principalmente para jovens e crianças. (BECKER; STRIEDER, 2011).

Dentre as metas dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN s) de Ciências Naturais, encontra-se a apresentação das Ciências como elaboração humana para a compreensão do mundo, além disso, a valorização do conhecimento historicamente acumulado, considerando o papel de novas tecnologias e o embate de ideias nos principais eventos da história da Astronomia até os dias de hoje. Por outro lado, cabe ao professor criar situações para promoção do aprendizado e proporcionar ao aluno uma melhor compreensão do mundo em que vive, por meio das relações científicas e momentos históricos inseridos nos acontecimentos.

Algumas atividades podem ser utilizadas pelos professores da área das Ciências como estratégias didáticas como, por exemplo, aulas expositivas, discussões, demonstrações, aulas práticas de laboratório, entre outras, porém a atividade de campo pode constituir uma excelente alternativa metodológica que permite explorar múltiplas possibilidades de aprendizagem dos alunos, desde que bem planejada e elaborada (VIVEIRO; DINIZ, 2011).

No que diz respeito ao ensino de Astronomia, os PCN trazem a importância do processo de observação devendo ser incentivada a observação do céu noturno devidamente orientada pelo professor de ciências. A observação do Céu deu início à contagem de tempo, sendo sua história antiga. Seus precursores perceberam que havia uma regularidade enorme nos céus e que o que acontecia no céu afetava o que ocorria no seu meio ambiente, para os PCN, essa aproximação com a história antiga da Astronomia deve ser transmitida, e incentivada,

Os estudantes devem ser orientados para articular informações com dados de observação direta do céu, utilizando as mesmas regularidades que nossos antepassados observaram para orientação no espaço e para medida do tempo, o que foi possível muito antes da bússola, dos relógios e do calendário atual, mas que junto a eles ainda hoje organizam a vida em sociedade em diversas culturas, o que pode ser trabalhado em

conexão com o tema transversal Pluralidade Cultural. Dessa forma, os estudantes constroem o conceito de tempo cíclico de dia, mês e ano, enquanto aprendem a se situar na Terra, no Sistema Solar e no Universo. (BRASIL, 1998, p.40)

Entretanto, no ensino de Astronomia, bem como no contexto mais amplo do ensino de ciências é possível perceber uma nítida fragmentação e descontextualização dos saberes da ciência escolar, o que se trona uma grande barreira para a aprendizagem dos estudantes. Como asseguram Langhi e Nardi (2008), esta descontextualização está enraizada nos próprios docentes, em que o conhecimento parece ser em grande parte marcado por diversas noções de origem conceitual, extraídas da ciência, só que, em geral, elas parecem ser veiculadas e assimiladas de maneira descontextualizada. Contudo, deve e pode ser enfatizada a contextualização para todos os níveis escolares e adotada uma postura construtivista, em que a atividade do próprio aluno na construção e estabelecimento das relações seja o primordial, respeitando, o nível de desenvolvimento dos estudantes.

Contextualizar os temas relacionados à Astronomia, parece algo que gera obstáculos, principalmente para os professores. Langhi e Nardi (2005) asseguram que existem brechas na formação desses profissionais, e isso leva a uma grande dificuldade para sua atuação em sala de aula. A análise do histórico geral do ensino de Astronomia aponta, que, gradualmente essa ciência tem se mostrado insuficiente no curso de formação de professores, consequência de um maior afastamento dos conteúdos a ponto de praticamente inexistir no currículo desses profissionais no ensino fundamental.

Cristina Leite (2007) defende que as dificuldades no corpo educador para lidar com o conhecimento astronômico é resultado de uma formação insuficiente, em decorrência do tema não ter feito parte do seu currículo escolar, além da ausência de material didático adequado e de qualidade, em especial o

livro texto. Existe ainda o receio em levar o assunto para a sala de aula e não suprir as expectativas dos estudantes, por conta do abuso midiático a eventos fantasiosos que se distanciam profundamente dos fatos astronômicos reais sobre o Universo e que aguçam a curiosidade dos educandos sobre esse tema.

Para Scarinci e Pacca (2006), seria simples usar do interesse dos jovens por fenômenos celestes para instigar o ensino da Astronomia, conseqüentemente da Ciência, sendo o papel do professor se valer dessa curiosidade para incentivar o aluno. Esses autores afirmam ainda que

O interesse presente no senso comum de modo geral nos mostra que os indivíduos não só querem conhecer melhor os fenômenos astronômicos, mas também têm explicações pessoais para o que ocorre. Na escola é fácil ouvir crianças que já estudam Ciências (do currículo) explicações para as estações do ano, dia e noite, eclipses, estrelas e constelações, outros planetas, universo, etc.; são explicações que estão longe das aceitas cientificamente, mas que deverão evoluir para estas ao longo da aprendizagem. (SCARINI; PACCA, 2006, p.89)

A dimensão cultural da Astronomia pode auxiliar no reconhecimento de nossa ciência como um conhecimento historicamente construído como forma de compreender as visões de mundo de povos antigos e de outras culturas contemporâneas, além de conhecer os contextos culturais que envolvem a observação e utilização dos fenômenos astronômicos e seus efeitos sobre a sociedade e cultura estudada (ALBUQUERQUE et al., 2012).

O Céu como Cenário do Tempo: uma Possibilidade para o Ensino de Astronomia

Da curiosidade e necessidade em desvendar os mistérios dos astros, surgiu a Astronomia, uma atividade que influenciou os seres humanos a busca pelo mundo Científico. Surge então uma ciência milenar, a Astronomia. Nogueira (2009) define Astronomia

como a ciência que estuda os corpos celestes, sendo essa, uma das mais antigas ciências e contrapondo ao que se pensa hoje sua origem e aprimoramento foi resultado não somente da fascinação natural que o firmamento proporcionava em dias de noite estrela, mas também e principalmente, das necessidades humanas no seu cotidiano.

As atividades humanas práticas demandavam, por exemplo, controle de passagem do tempo. Surge nesses povos antigos a necessidade de uma marcação, Alguns povos antepassados marcavam o início de cada estação do ano com admirável precisão. As mudanças de temperatura, a época das chuvas e a variação no desenvolvimento de plantas e nos hábitos dos animais eram relacionadas ao fato cíclico de algumas estrelas sumirem” em algumas épocas do ano enquanto outras surgiam. Esses conhecimentos foram muito importantes para os primeiros povos agrícolas, pois sinalizando a chegada das estações, as colheitas podiam ser mais bem planejadas e mais eficientes. (BRASIL, 1998, p.92)

Com o nascer e por do sol demarcavam o dia e a noite, com as fases da lua e número de planetas demarcavam as semanas. Os movimentos da lua ainda fizeram com que nossos ancestrais percebessem seu ciclo de cerca de trinta dias, passando então a existir a noção de mês. Finalmente, olhando as estrelas em seu movimento aparente, se chegou ao conhecimento do ciclo do ano. Logo estava o tempo dividido, de certa forma, como o conhecemos hoje (demarcado em dias, semanas, meses e anos), e foi através dessa datação que agricultores, caçadores e etc, conseguiram identificar o momento exato para plantar e colher, qual era a melhor época para pesca, enfim, a prática do dia-a-dia se tornou cada vez mais clara. (NOGUEIRA, 2009).

A observação dos períodos do ano que ocorriam as mudanças climáticas foi importante para determinar alternância de local de caça e pesca, assim como identificar qual o momento de cultivo de alguns frutos. O homem foi capaz de compreender

que os fenômenos astronômicos descreviam ciclos, e com isso elaborou calendários agrícolas apropriados na determinação da melhor época do plantio e da colheita, períodos de seca e de chuvas, do calor e do frio (LIMA, 2006).

A ação de observar o céu os levou a ver que as estrelas eram fixas, ou seja, sua posição parecia não mudar uma em relação a outra, mas mudavam sua posição no céu em períodos diferentes, isso levou os antigos a criarem imagem subjetivas denominadas constelações para melhor identificação do céu, a memorização dessas “produções fantasiosas”, se fez presente com o uso da narrativa mítica, ou seja, histórias de deuses e objetos eram associadas as figuras formadas por eles através da união das estrelas aparentes (NOGUEIRA, 2009).

Muito do que se conhece hoje sobre o céu, advém da observação a olho nu realizada minuciosamente no decorrer do tempo. A forma de ver o céu era própria de cada cultura, porém comumente o que ocorria eram associações dos corpos celestes com os acontecimentos da terra. Observar o céu a olho nu foi e ainda é uma maneira de integrar o ser humano ao cosmo e fazer com o que o conhecimento deixado por nossos antepassados nos crie uma sensação harmoniosa (SOBRINHO, 2008). O autor nos traz ainda um breve histórico das heranças que nos foram legadas:

assim, criaram, no céu, a morada dos deuses; associaram eventos da natureza, como eclipses e aparecimentos de cometas, a castigos divinos e deram explicações próprias para a criação do mundo, para eles, o universo. A olho nu identificaram estrelas e planetas, chamados de astros errantes, em função do movimento diferente destes com relação às estrelas. Assim, catalogaram estrelas e, através da imaginação associaram supostos agrupamentos de estrelas, que julgavam próximas, com fenômenos ou figuras legendárias, então criando, assim, as constelações. (SOBRINHO, 2008, p. 9)

A mitologia (estudo dos mitos) está inserida no cotidiano da maioria das crianças, seja em desenhos, filmes, livros, revistas ou internet, sendo uma herança de povos antigos como os babilônios, egípcios, gregos e romanos. Wuensche (2009) ressalta que,

O ato de olhar o céu e buscar simbolismos e associações é algo intrínseco ao ser humano e ocorre há milênios. Essa busca vem do tempo em que pouco se conhecia sobre o comportamento da natureza e no qual o animismo era uma tentativa de compreender e domesticar o desconhecido [...] A idéia de constelações também surgiu naturalmente, sendo que a idealização do que era “visto” no agrupamento de estrelas sempre sofreu uma forte influência da mitologia local. (p.25)

Para os povos antigos, o conhecimento dos mitos tinha uma função vital, não exclusivamente porque através dos mitos conseguiam explicações do mundo e do seu próprio modo de existir no mundo, mas, principalmente, era através dos mitos que eles podiam lembrar e se atualizar, reforçando e transmitindo o que os deuses, os heróis e os anciãos mais importantes haviam feito ou vislumbrado na antiguidade. (LEAL, 2011).

Contudo, para Oliveira (1996), atualmente o mito não é somente uma forma lendária de contar histórias, mas, também, é uma maneira de popularização da ciência que visa prender a atenção do espectador. Isso se mostra bem evidente durante nosso processo metodológico, através dos discursos dos estudantes, por nós chamados de “Narrativas míticas”.

Utilizar ferramentas que estão presentes no cotidiano dos discentes pode ser considerado um forte atrativo para fortalecer ou fazer brotar o interesse pela Ciência. Dessa maneira, a construção do conhecimento se torna mais divertida, pelo fato de

organizar atividades interessantes que permitem a exploração e a sistematização de conhecimentos compatíveis ao nível de desenvolvimento intelectual dos estudantes, em diferentes momentos do desenvolvimento. Deste modo, é possível enfatizar as relações no âmbito da vida, do Universo, do ambiente e dos equipamentos tecnológicos que poderão melhor situar o estudante em seu mundo. (BRASIL, 1998, p. 28)

No que tange à Astronomia, associar as constelações à mitologia zodiacal³, fortemente presentes no cotidiano dos jovens pode ser de fundamental importância para o entendimento das estações do ano. Assim, para Selles e Ferreira (2004),

[...] as representações das estações do ano nos livros didáticos brasileiros não retratam nossas características regionais. A ausência de clima temperado no Brasil, país localizado principalmente na região tropical, faz com que as quatro estações do ano ocorram em padrões distintos de países do Hemisfério Norte. Em linhas gerais, considerando as regiões geográficas brasileiras, podemos reconhecer apenas duas estações do ano no norte – seca ou chuvosa (respectivamente chamadas de verão e inverno) – e quatro estações do ano no sul, identificáveis principalmente pelas diferenças na temperatura e na duração do dia. (p. 102)

Para Sobreira (2005), a passagem das estações do ano é definida por fenômenos naturais de ordem astronômica, e para serem apreendidos e compreendidos, devem ser acompanhados, como faziam nossos antepassados. Os antigos utilizavam as constelações como referencia para identificar em que período climático eles estavam em determinada época, deixando essas representações como uma herança para os seus descendentes.

A situação da educação em Astronomia no Brasil mostra que é imprescindível despertar, nos

7. Resquícios das histórias lendárias da Grécia antiga, que apresentam treze constelações formando um ciclo na linha zodiacal, essas são então denominadas, constelações zodiacais. Sendo que dessas, apenas uma é um objeto inanimado.

professores e nos estudantes, a vontade de simplesmente olhar para o céu, resgatar o prazer de identificar constelações estelares e aproximá-los da mais antiga das ciências: a Astronomia. O uso de estratégias didáticas produzidas pelos próprios estudantes pode estimular a interação entre eles em torno de um dado conhecimento, a aula irá além do programa oferecido pelo professor e se estabelecerá em um ambiente de aprendizagem. (MUNHOZ; STEIN-BARANA; LEME, 2012)

Em relação aos estudantes, à contribuição que a escola poderia dar neste sentido, pode ser agravada pelo fato de que suas aulas ocorrem no período diurno, o que dificulta a realização de atividades monitoradas de observação do céu noturno (MUNHOZ; STEIN-BARANA; LEME, 2012). No contexto da educação do campo, e das EFA's o ensino de Astronomia pode ser melhor explorado, e o uso das constelações visíveis a olho nu podem ser uma maneira de compreensão de diferentes assuntos da Ciência, como por exemplo, as estações do ano, que por muitas vezes são mal interpretadas pelos estudantes.

Assim, relacionar a Astronomia com temas que estão presentes no cotidiano dos alunos, é uma barreira importante que pretendo romper, para tanto usar das narrativas míticas das constelações, usando da imaginação e a criatividade dos estudantes é uma novo meio de compreender a ciência, mas que pode ser promissora, visto que como bem afirma Pietrecola (2007, p.13) as aulas de ciências devem ser ocasião para se retrair os passos, para se reviveras emoções e sentimentos associadas aos atos de criação.

Metodologia

Para alcançar os objetivos desta intervenção utilizamos como metodologia a análise qualitativa. Segundo Rudio (2004), a investigação qualitativa busca “conhecer e interpretar a realidade, sem nela interferir para modificá-la” (p.69).

Dentre as formas de abordagem da pesquisa qualitativa, a pesquisa-ação é principalmente uma estratégia utilizada por professores e pesquisadores para que o resultado de sua pesquisa possa aperfeiçoar o ensino e conseqüentemente a aprendizagem dos discentes, contudo dentro da pesquisa-ação existem algumas variações. Neste trabalho utilizamos a pesquisa-ação participativa, em que, segundo Tripp (2006), os participantes estão envolvidos e cooperam com o trabalho.

A oficina de Astronomia foi desenvolvida no âmbito de um projeto de extensão, desenvolvido por professores de uma universidade baiana, em parceria com professores da Escola Família Agrícola Avani de Lima Cunha (Valente, BA).

A EFA-Valente apresenta uma proposta pedagógica pautada nos princípios da Pedagogia da Alternância, na qual os estudantes passam um determinado período de tempo em formação na escola (denominado sessão) e outro igual período em ambiente familiar. No caso da EFA de Valente, cada sessão tem duração de uma semana. No período noturno os estudantes participam de uma atividade, o Serão, que se constitui em um encontro de alunos e monitores em um tempo livre ao final do dia com vistas a refletir sobre temas diversos de interesses dos educandos, isso confere a nossa oficina uma interessante alternativa, visto que o período noturno é excelente para visualizar nosso objeto de estudo, as constelações.

Para facilitar a realização da oficina, organizamos a mesma em etapas que se totalizaram em quatro encontros. No primeiro momento de contato com os estudantes, no qual os educandos tiveram aproximação com alguns conceitos relacionados à Astronomia, principalmente as constelações zodiacais e seus mitos. Na etapa seguinte entregamos à turma um mapa celeste representando o céu noturno com as coordenadas de Valente-BA, município em que está situada a escola, no período em que realizamos a oficina, ou seja, no inverno. O referido mapa foi

confeccionado a partir do Stellarium®, um planetário on-line de marca registrada, que mostra um céu realista em três dimensões, igualmente observado a olho nu, com auxílio de binóculos ou telescópios (STELLARIUM, 2013).

A partir deste mapa celeste, os estudantes foram distribuídos em grupos e incentivados a criar suas próprias constelação e elaborar histórias (narrativas míticas) sobre as constelações criadas.

Após essas duas etapas, no momento seguinte, os estudantes participaram de uma sessão de observação a olho nu do céu noturno de Valente, com o auxílio de um apontador celeste (uma espécie de laser point que auxilia na visualização e delimitação das estrelas e constelações), quando os participantes foram instigados a localizar algumas das constelações zodiacais criadas pelos antigos e buscar associações com as constelações que eles criaram. Os estudantes então socializaram suas constelações e as narrativas míticas criadas pelos mesmos.

Na quarta etapa e nosso último momento, os estudantes tiveram contato, através do Stellarium®, com o céu de outras estações do ano, em especial o verão. O Stellarium® nos permite explorar de maneiras diversas suas ferramentas, se tornando dessa maneira um excelente aplicativo, que mesmo não sendo desenvolvido para fins didáticos, como já mencionando anteriormente, pode superar as expectativas. Como afirmam Becker e Strieder, (2001), este recurso pode se tornar de grande valor para um estudo interdisciplinar em sala de aula, além de permitir a discussão de elementos da História da Ciência.

Para coleta e análise dos dados obtidos e elaboração dos resultados, utilizamos o áudio da intervenção, gravado em nossos encontros, a partir do qual realizamos transcrições fiéis das falas dos estudantes, bem como de todos os diálogos. Em seguida foram selecionados alguns trechos de nossas conversas, essenciais aos objetivos dessa pesquisa.

Resultados

Uma conversa brilhante: (re)descobrimos os mistérios do céu

Iniciamos nossa conversa dialogando sobre alguns conceitos centrais da astronomia, tais como estrelas, planetas, satélites e a origem da ciência astronomia, O estudo da astronomia é sempre um começo para retornarmos ao caminho da exploração (BRASIL, 1998).

Buscamos inicialmente saber dos alunos se eles tinham noção do tempo de origem da Astronomia, então intervimos com a pergunta: Quando começou o interesse pelo céu? Através das respostas observamos que eles imaginavam ser de muito tempo atrás, mas a dimensão desse passado ainda não era claro na mente deles, isso pode estar associado a uma desinformação no ambiente familiar e até mesmo escolar, quando se estuda história, pouco ou nada se fala sobre os fatos científicos que determinaram a evolução das ideias dentro das civilizações. A fala dos estudantes nos leva a inferir que eles não compreendiam quão antiga era a ciência milenar Astronomia, sobretudo os eventos a ela relacionados.

“Há muitos anos”

“Sei não professora, mas acho que tem muito tempo não é não? Uns 100 anos atrás eu acho”.

“Tem mais tempo não é professora, uns 500 anos”.

Em continuidade a nosso dialogo, comentamos que o ato de olhar para o céu guia nossa imaginação e muitas vezes podem surgir dúvidas. A partir daí, lançamos o seguinte questionamento: “o que são todos aqueles pontinhos brilhantes no céu?” A esta questão todos responderam “estrelas”. Contudo, houve outras respostas que nos chamaram a atenção, afinal, para os estudantes e a população, em geral, não é uma tarefa fácil localizar as constelações em uma noite de céu estrelado (MUNHOZ, STEIN-BARANA e LEME, 2012).

“Não, são estrelas, mas tem também os cometas e meteoros”.

“E tem também os planetas e as constelações”

Iniciamos então um debate sobre as estações do ano, quando os estudantes puderam expor seus conhecimentos sobre o clima e as estações do lugar onde vivem e notamos a dificuldade que os estudantes apresentaram em associar o período do ano com as respectivas estações, fruto da própria observação que fazem do ambiente cotidiano, na medida em que o semiárido tem atravessado longos momentos de estiagem que ultrapassam o período de um ano, o que impossibilita a observação de estações demarcadas (seca e chuvosa).

Se, ao recorrerem à observação do clima, não conseguiam delimitar claramente as estações, os estudantes logo recorriam aos conceitos apresentados no livro didático de ciências, que pouco tem contribuído para sua compreensão do fenômeno das estações do ano, já que se apresenta muito descontextualizado, o que para Selles e Ferreira (2004), é o resultado de um processo construído sob influências histórico-culturais que terminaram por naturalizar esses conteúdos. Assim, as falas remetem de modo geral aos conceitos apresentados no livro:

“[O verão] é mais quente, meio nublado”

“[O inverno], é seco, mas às vezes chove.

“No outono as folhas caem”.

Como na Escola Família Agrícola os estudantes permanecem na escola ao longo de uma semana inteira, contamos com a possibilidade de uma observação mais ampla do céu, em períodos diversos do dia, contando não apenas com a observação das condições climáticas para um estudo das estações, mas podemos aliar a isto um olhar sobre o céu noturno e suas constelações, fator de grande valia, afinal como afirmam Munhoz, Stein-Barana e Leme (2012, p. 132), “a iluminação das cidades atrapalha a observação celeste noturna”.

Assim, após nossa primeira conversa com os estudantes, procuramos interligar os temas discutidos com algo novo para eles, ou seja, as mitologias das constelações zodiacais, buscando sua relação com o céu e com as estações do ano. Tudo era muito novo para eles, até mesmo as constelações mais conhecidas eles nunca tinham ouvido falar. Após narrar um pouco das histórias e lembrar-lhes da sua importância para os povos antigos, os estudantes expressaram um desejo de aprender mais sobre as constelações, como fica expresso na fala de um deles:

Tem importância sim porque ela é uma história sobre animais e objetos e pessoas que viraram constelações e é importante também para identificar as estações do ano.

E este foi o mote para iniciarmos uma nova etapa de nossa intervenção...

Depois dos Pontos Ligar, uma História Vou Contar

Na segunda etapa da oficina foram entregues aos participantes cópias do mapa celeste impresso em forma de fotografia do município de Valente-BA. Nele continha algumas das constelações mais conhecidas e fáceis de identificar a olho nu, tais como Escorpião, Virgem, Libra e Leão, que estavam figuradas de maneira semelhante quando observadas em uma noite estrelada. Ao entregar o mapa aos estudantes, relembramos de como surgiu a ideia de constelação e como os antigos usavam de sua imaginação para criar seres fantásticos a partir da união das estrelas que estavam próximas entre si. A olho nu esses antigos identificaram estrelas e planetas, chamados de astros errantes, em função do movimento diferente destes com relação às estrelas. Assim, catalogaram estrelas e, através da imaginação, associaram supostos agrupamentos de estrelas, que julgavam próximas, a fenômenos ou figuras legendárias, criando então as constelações (SOBRINHO, 2005).

Solicitamos, a partir desse debate em torno de como foram criadas as constelações pelos antigos, que os estudantes se imaginassem como esses povos,

e que utilizassem de sua imaginação e suas crenças para montarem uma nova constelação, a qual eles iriam desenhar, dar nome e associar uma narrativa mítica, unindo os pontos luminosos no mapa celeste, que eles considerassem visíveis, de modo a formar desenhos que para eles fizessem sentido e pudessem ilustrar uma narrativa histórica criada por eles (que chamamos de narrativas míticas, de modo a nos aproximar, mesmo que de modo parcial, à compreensão a narrativas mitológicas relacionadas às constelações adotadas na Astronomia). O resultado desse trabalho nos rendeu três narrativas míticas, das quais apresentamos duas, visando uma maior aproximação das discussões que norteiam o tema Astronomia.

Dois estudantes que representaram seu grupo socializaram sua narrativa mítica do seguinte modo, tomando como base a constelação criada na Figura 01.

Há muitos anos atrás foi descoberta pela NASA uma constelação surpreendente que muitos duvidam até hoje de sua existência... Como um astrônomo ia imaginar uma constelação que é poluidora?

... isso é inacreditável, mas depois de anos de estudos comprovaram para toda a humanidade sua

existência. A Constelação do Foguete, que tem importância no seu gás para as estrelas não morrer tão cedo, brilhar para sempre.

No momento de narrar suas histórias, os estudantes recorrem aos assuntos e conceitos debatidos durante a primeira etapa de conversa, inserindo em sua narrativa noções relativas ao papel da Astronomia como ciência moderna, os avanços tecnológicos neste campo que possibilitaram o avanço nos conhecimentos astronômicos, o ciclo de vida das estrelas, bem como questões relativas aos seus conhecimentos prévios sobre questões ambientais referentes ao consumo de combustíveis fósseis, e poluição atmosférica.

Podemos também perceber essa aproximação dos conceitos apresentados na intervenção na fala da outra dupla, sua narrativa traz uma história que se apoia no que foi dito sobre as estrelas, como se criavam as constelações, e as mitologias antigas a elas relacionadas, essas que se fizeram presentes no momento da intervenção. Os estudantes atribuíram o nome de um dos heróis citados na primeira etapa da oficina. Como podemos notar na narrativa mítica do “Carro de Hércules” (Figura 02).



Figura 1. Socialização da narrativa sobre a “Constelação do Foguete”.



Figura 2. Socialização da narrativa sobre o “Carro de Hércules”.

Era uma vez um carro muito especial ele foi o carro de Hercules e Hercules gostou muito dele. Um dia Hercules foi sair nele e quebrou ele todinho e ele pediu o seu pai Zeus que colocasse o carro nas estrelas.

Após o momento de socialização, os estudantes foram convidados a uma observação do céu noturno de Valente a olho nu. Neste momento, os alunos se motivaram ao se sentirem capazes de observar tanto as constelações apresentadas a eles no primeiro momento de nossa oficina. Apesar da dificuldade de encontrarem as constelações por eles criadas, devido ao fato de terem abarcado uma grande amplitude de estrelas no mapa celeste, os estudantes não se desmotivaram. Ao contrário, cada vez mais o céu se tornava um belo cenário para suas imaginações, a fascinação que possuíam ao identificar uma constelação era visível em cada um dos participantes.

Inverno e verão: é o mesmo céu?

No último dia da oficina, nos debruçamos novamente sobre o Stellarium® e conversamos sobre as mesmas constelações que eles observaram no

dia anterior. No primeiro momento, conseguiram identificar facilmente a constelação de Escorpião. Boa parte dos estudantes afirmaram que se tratava do céu de inverno, “porque escorpião está aparecendo”. Assim, reconhecemos a relevância de se explorar o céu noturno como importante recurso no estudo das estações do ano, auxiliando os estudantes a avançarem seus conhecimentos sobre este assunto, para além dos conceitos que tradicionalmente se encontram nos livros didáticos, sua principal fonte de informações.

Com o propósito de apresentar aos estudantes as modificações que ocorrem no céu quando acontece uma alteração temporal, neste caso, evidenciando as diferenças de duas estações do ano inverno e verão, apresentamos a eles um mapa celeste de Valente no verão, por intermédio do aplicativo Stellarium®. Dessa maneira, ajustamos o programa para o dia 21 de dezembro, dia que oficialmente se inicia o verão. Vale ressaltar aqui, que que o recurso, em si, não necessariamente é uma ferramenta desenvolvida para o ensino de Astronomia; o que o torna um instrumental para o ensino é o olhar que se pode ter sobre ele.

Dentre as características comuns as EFA's ocorre uma busca de se integrar a escola, a família e a comunidade, ou seja, o que é desenvolvido com os estudantes na escola é, sempre que possível, articulado com sua realidade social, com os seus familiares e com a comunidade em que vivem. No decorrer da intervenção, os estudantes mencionavam que quando chegassem a suas casas iriam mostrar as constelações que conseguiram identificar para seus familiares. Pedimos então que eles simulassem um momento de aproximação do que eles haviam achado interessante durante os dois dias de oficina com a comunidade. E assim o fizeram, retomando e socializando entre si grande parte dos conhecimentos apreendidos no decorrer deste período. É possível perceber a criatividade dos estudantes quando escrevem suas narrativas míticas, além disso, o tema Astronomia gera entusiasmo, visto que trabalhar esse tema de maneira mais profunda e diferente é algo novo no cotidiano desses estudantes.

Considerações Finais

Os conhecimentos astronômicos, tal como ocorre com outros campos do saber que constituem o currículo de ciências naturais, apresentam-se de modo bastante fragmentário, o que tem dificultado o processo de ensino e aprendizagem destes saberes, tão importantes como herança cultural da humanidade. Dada a relevância da apreensão destes saberes pelos estudantes, é fundamental que se desenvolvam estratégias alternativas ao seu ensino, que facilitem e aproximem conceitos complexos e aparentemente muitos distantes, do cotidiano do alunado, em especial no contexto da educação do campo.

A oficina apresentada neste trabalho se constituiu numa estratégia de ensino de Astronomia que buscou ampliar os conhecimentos dos estudantes da Escola Família Agrícola de Valente, se mostrando uma alternativa viável e potencialmente eficaz na apreensão de diversos conceitos astronômicos neste contexto, principalmente pelo fato de os estudantes permanecerem na escola durante um período de

tempo que nos permitiu o estudo de diversos fenômenos, tanto no período diurno quanto noturno, bem como pela facilidade de visualização que nos oferece o céu noturno de Valente, município localizado na região semiárida da Bahia, característica por sua baixa nebulosidade.

O processo de elaboração de narrativas míticas pelos estudantes auxiliou de modo singular a compreensão sobre as diversas constelações e sobre o modo como os povos da antiguidade desenvolviam sua relação com o céu. Ao narrar suas histórias, os estudantes recorreram não só aos seus conhecimentos prévios sobre as estrelas, bem como já buscavam inserir novas noções debatidas no primeiro momento da oficina.

Ao visualizar o céu a olho nu e buscar suas elaborações, bem como as elaborações dos antigos povos, os estudantes encontraram um momento prazeroso de aprendizagem significativa, apreendendo de modo mais eficaz os saberes astronômicos, na medida em que recorriam facilmente a algo constantemente presente sem seu cotidiano: um belo céu sem nuvens.

Excitar a imaginação deveria ser um momento privilegiado nas aulas de ciências e uma fonte de prazer constante. Assim, parafraseando Pietrocola (2007, p.14), acreditamos que “é possível reinventar as criações inventadas pela ciência nas salas de aula e emocionar a futuras gerações de alunos”. É possível, por meio da educação, encontrar sua estrela.

Referencias Bibliográficas

ALBUQUERQUE, V.; *et al.* Astronomia e cultura nas pesquisas em ensino de ciências na última Década. SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA. IN: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos do I SNEA. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: <<http://snea2011.vitis.uspnet>.

- usp.br/sites/default/files/SNEA2011_TCO29.pdf> Acesso em: 10 abr. 2013.
- ARROYO, M. G.; CALDART, R. S.; MOLINA, M. C. (Orgs.). **Por uma educação do campo**. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2004.
- BAPTISTA, F. M. C. **Educação rural**: das experiências à política pública. Editorial Abaré. Brasília: Brasil, 2003.
- BECKER, W. R.; STRIEDER, D. M. O uso de simuladores no ensino de astronomia. In: ENCONTRO NACIONAL DE INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO, 2, p. 398, Cascavel. Anais eletrônicos do II ENINED. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2011.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: ciencias naturais. MEC/SEF. Brasília. 1998.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CEB n. 32. Diário Oficial da União, Brasília, 5 de agosto de 2002.
- CALDART, R. S. A escola do campo em movimento. **Currículo sem Fronteiras**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p.60-81, 2003.
- FERNANDES, Bernardo M., MOLINA, Mônica. C. **O campo da educação do campo**. 2005. Disponível em: <<http://www2.fct.unesp.br/nera/publicacoes/ArtigoMonicaBernardoEC5.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2014.
- GUHUR, D. M. P.; SILVA, I. M. S. Educação do campo: primeiras aproximações. **Roteiro**, Joaçaba, v. 34, n. 2, p. 129-144, 2009.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 2, p. 75-92, 2005. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/num2/A3%20n2%202005.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2013.
- LEAL, A. G. A oposição entre o discurso lógico e a narrativa mítica. IN: FÓRUM DE DEBATES EM HISTÓRIA ANTIGA, 9, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: <<http://www.nea.uerj.br/Anais/coloquio/aparecidogomes.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2013.
- LEITE, C. Os professores de ciências e suas formas de pensar astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 4, p. 47-68, 2007. Disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/num4/A3_n4.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2013.
- LIMA; E. J. M. A visão do professor de ciências sobre as estações do ano. 120p. Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006. Disponível em: <http://www.educadores.diaa-dia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Ciencias/Dissertacoes/issertdelima.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2013.
- MUNHOZ, D. P.; STEIN-BARANA, A. C. M.; LEME, C. S. Localizando pedacinhos do céu: constelações em caixas de suco. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. 1, p. 130-144, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29n1p130>>. Acesso em: 18 mai. 2013.
- NOGUEIRA, S. **Astronomia**: ensino fundamental e médio. MEC. Brasília: Brasil, 2009. (Coleção explorando o ensino v.11).
- OLIVEIRA, D. C. A ciência “reencantada”: mito e rito na televisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 19, Londrina. Anais eletrônicos. Universidade Estadual de Londrina, 1996. Disponível em: <<http://www2.intercom.org.br/navegacaoDetalhe.php?option=trabalho&id=47268>>. Acesso em: 13 mai. 2013.
- PIETROCOLA, M. Curiosidade e imaginação: os caminhos do conhecimento nas ciências, nas artes e no ensino. In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.). **Ensino de Ciências**: unindo a pesquisa e a prática. Pioneira Thomson Learning. São Paulo, Brasil. 2004. p. 119-134.
- RIBEIRO, M. Pedagogia da alternância na educação rural/do campo: projetos em disputa. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 027-045, 2008.

- RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. 32 ed. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2004.
- SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. A. Um curso de astronomia e as pré-concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 89-99, 2006. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v28_89.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2013.
- SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 1, p. 101-110, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n1/07.pdf>>. Acesso em 18 mai. 2013.
- SILVA, L. H. da. Centros familiares de formação por alternância: avanços e perspectivas na construção da educação do campo. **Caderno de Pesquisa: Pensamento Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 8, p. 270-290, 2009.
- SILVA, L. H. Educação do Campo e Pedagogia da Alternância. A experiência brasileira. **Sísifo**. Revista de Ciências da Educação, Lisboa, v. 5, p. 105-112. 2008. Disponível em: <<http://sisifo.fpce.ul.pt>>. Acesso em: 22 mar. 2014.
- SOBREIRA, P. H. A. Cosmografia geográfica: a astronomia no ensino de geografia. 246p. Doutorado em Geografia Física – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-21082006-225017/pt-br.php>>. Acesso em: 03 jun. 2013.
- SOBRINHO, A. A. O Olho e o Céu: Contextualizando o Ensino de Astronomia no Nível Médio. 87p. Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em: <http://www.ppgecnm.ccet.ufrn.br/publicacoes/publicacao_56.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2013.
- STELLARIUM. Disponível em <<http://www.stellarium.org/pt/>>. Acesso: 20 jun. 2013.
- TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2013.
- TEIXEIRA, E. S.; BERNARTT, M. L.; TRINDADE, G. A. Estudos sobre Pedagogia da Alternância no Brasil: revisão de literatura e perspectivas para a pesquisa. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 227-242, 2008.
- UNEFAB. União Nacional de Escolas Famílias Agrícolas do Brasil. 2011. Disponível em: <<http://www.unefab.org.br/>>. Acesso em: 02 Jun. 2011.
- VIVEIRO, A. A.; DINIZ, R. E. da S. Atividades de campo no ensino das ciências e na educação ambiental: refletindo sobre as potencialidades desta estratégia na prática escolar. **Ciência em Tela**, Rio de Janeiro, v. 2 n. 1, 2009. Disponível em: <http://nead.uesc.br/arquivos/Biologia/modulo_6/situacoes_de_aprendizagem/material_apoio/artigo_atividades_de_campo.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2014.
- WUENSCHÉ, C.A. Astronomia Versus Astrologia. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 43, n. 256, 2009.





O DESEMPENHO DE ALUNOS BRASILEIROS E A AVALIAÇÃO PISA: ALGUNS ASPECTOS PARA DISCUSSÃO

The Brazilian Students' Performance and the Pisa Assessment: Some Aspects for Discussion

Andreia Freitas Zompero¹
Helenara Regina Sampaio Figueiredo²
Karen Mayara Vieira³

Para citar como este artículo: Zompero, A.F., Figueiredo, H.R.S., y Vieira, K.A. (2016). O desempenho de alunos brasileiros e a avaliação pisa: alguns aspectos para discussão. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 11(1), 86-99. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a6

Recibido: 9 de septiembre 2015 / Aceptado: 22 de junio de 2016

Resumo

O estudo foi realizado com alunos do nono ano de uma escola "A" que não desenvolve iniciação científica e uma escola "B", com atividades de iniciação científica. Foram aplicadas duas questões da prova PISA. O instrumento foi composto pela questão A da atividade intitulada "O Diário de Semmelweis" e a atividade "Moscas". Analisamos as respostas segundo critérios de correção apontados pelo PISA, respostas "Total", "Parcial" e "Nula". Identificamos que os percentuais de respostas totais e parciais da atividade 1 foram superiores na escola "B", quando comparados com a escola "A"; já na atividade 2, ambas escolas não tiveram respostas "Totais". Os resultados indicam que os estudantes apresentam conhecimento declarativo satisfatório, mas apontam a necessidade de o ensino proporcionar o desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas a uma investigação científica em ambas escolas.

Palabras claves: PISA, habilidades cognitivas, ensino de ciências.

1. Doutora em Ensino de Ciências. Docente do programa de mestrado em Ensino, linguagens e tecnologias na Universidade Norte do Paraná, Unopar e do curso de graduação em Ciências Biológicas. andzomp@yahoo.com.br.
2. Doutora em ensino de Ciências. Docente do curso de graduação em matemática da Universidade Norte do Paraná, UNOPAR. helenara.regina@yahoo.com.br.
3. Graduanda do curso de licenciatura em Química na Unopar. Bolsista de Iniciação Científica da FUNADESP, Universidade Norte do Paraná, UNOPAR. mahsuzumura@gmail.com.

Abstract

This study was carried out with students from the ninth grade called as "A" that does not develop science learning activities and another one called school "B" that does. This study instrument was two questions from the PISA, the question A of the activity named "The Diary of Semmelweis" and the activity question "Flies". We have analyzed the students the answers as "Total", "Partial" and "Zero". We have found out that the percentages of "Total and Partial" responses in activity 1 were higher in School "B" when compared to School "A"; whereas in activity 2, both schools had no "Total" answers performed. These results indicate that the skills and competencies related to scientific research must be developed in both schools.

Keywords: PISA, cognitive abilities, sciences teaching.

Introdução

As pesquisas em Educação Científica na atualidade têm enfatizado a necessidade de que os professores promovam em suas aulas discussões e práticas que possibilitem aos estudantes o desenvolvimento de habilidades de raciocínio e conheçam procedimentos das Ciências Naturais, em um mundo em constante transformação.

Para atender as demandas do mundo atual, o ensino de Ciências deve ultrapassar os limites do ensino puramente declarativo para conhecimentos mais aplicáveis e contextualizados. Além disso, enfatizar a compreensão pelos estudantes, dos caminhos e processos da ciência (Maia e Justi, 2008).

Sabemos que a mera transmissão de informações não é a melhor maneira de desenvolver a aprendizagem. No entanto, essa prática é ainda muito frequente em nossas escolas, como por exemplo, a memorização de conteúdos e fórmulas. Assim, os conteúdos não são, muitas vezes, abordados de maneira a levar o aluno a refletir e a questionar ou ainda a desenvolver determinadas habilidades

cognitivas pertinentes ao conhecimento científico. Neste sentido, afirmam que os professores, até mesmo os universitários, têm reduzido o ensino basicamente à apresentação de conhecimentos previamente elaborados, sem dar oportunidade aos estudantes de explorarem atividades na perspectiva de um ensino do tipo investigativo, para o qual haveria possibilidade de uma melhor compreensão tanto dos processos da Ciência (Gil-Pérez et al, 2001).

Algumas dessas habilidades cognitivas e também competências têm sido avaliadas em exames internacionais como *Programme for International Student Assessment (PISA)* - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes.

Analisamos os objetivos das questões propostas na prova e averiguamos habilidades cognitivas que os alunos deveriam demonstrar ao resolverem algumas das questões, também as competências científicas como identificar questões e evidências, elaborar, avaliar e comunicar conclusões.

O último exame do PISA realizado em 2015, avaliou estudantes de 76 países em provas de

Leitura, Matemática e Ciências. No *ranking*, o Brasil ficou classificado em 60º lugar conforme divulgado em jornais em todo o Brasil e no site G1 em 13 de maio de 2015. Admitimos que em muitas de nossas escolas ainda há ênfase em um ensino memorístico, sem a preocupação de que os estudantes desenvolvam habilidades cognitivas e competências que possam ser proporcionadas pela aprendizagem das Ciências Naturais e, assim, conhecer os aspectos que se relacionam à natureza do conhecimento científico. Neste sentido concordamos com Krasilchik (2004) de que o ensino de Ciências deve ser tomado como uma das prioridades educacionais governamentais por favorecer o desenvolvimento de consciência crítica e capacitar os cidadãos para tomada de decisões na sociedade contemporânea.

Neste trabalho, que é parte de um projeto que estuda o desenvolvimento de habilidades cognitivas em alunos que realizam atividades de *inquiry* na disciplina de Ciências, tivemos por objetivo analisar o desempenho de alunos do nono ano do Ensino Fundamental quanto à elaboração/avaliação de conclusões e identificação de evidências, capacidades propostas pelo letramento científico e avaliadas no PISA de 2012 e 2015, comparando o desempenho dos estudantes de uma escola que desenvolve um ensino mais tradicional, com outra em que os alunos têm acesso a aulas e projetos para iniciação científica na Educação Básica.

Marco teórico

Diversos autores como Carvalho (2006), Suart e Marcondes (2008), Deboer (2006) apontam a importância de que as atividades de ensino na disciplina de Ciências possam favorecer o desenvolvimento de habilidades cognitivas aos alunos como, por exemplo, observar; descrever; identificar; comparar; coletar dados; experimentar; elaborar tabelas, gráficos e esquemas; sistematizar por meio de textos, maquetes, relatórios; interpretar dados; relacionar; e organizar ideias (Caldeira, 2005, p.67).

A mesma autora enfatiza que para favorecer a habilidade de organização de ideias é importante que ao final das atividades pedagógicas os professores oportunizem situações para que os estudantes possam selecionar informações para que conceitos principais aprendidos pelos estudantes sejam objetos de conclusões (Caldeira, *ibid*, 2005, p.68).

Nessa mesma discussão, Zoller et al (2002, p. 185-203) afirmam que as habilidades cognitivas podem ser consideradas em dois grupos. As de “Baixa Ordem” caracterizadas por capacidades como de conhecer, relembrar a informação ou aplicar conhecimento ou algoritmos memorizados em situações familiares e resolução de exercícios, não em problemas. As habilidades cognitivas de “Alta ordem” são referidas como aquelas capacidades orientadas para a investigação, resolução de problemas (não exercícios), tomada de decisões, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo, definidas como HOCS (Higher Order Cognitive Skills). Os mesmos autores salientam que as questões que exigem processos algorítmicos ou aplicação e memorização de procedimentos para sua resolução são denominadas questões LOCS (Lower Order Cognitive Skills).

Sabemos que um dos principais objetivos da educação científica é favorecer o processo de letramento científico aos alunos, considerando aqui não apenas a importância dos conhecimentos declarativos, ou seja, o conhecimento de fatos científicos, conceitos e teorias, mas também dos procedimentais, isto é, conhecimento das práticas e conceitos em que se baseia a investigação empírica, como a repetição de medidas o controle de variáveis e as estratégias utilizadas em todas as formas de investigação científica; e o conhecimento epistemológico que consiste no entendimento da função de perguntas, observações, teorias, hipóteses, modelos e argumentos na ciência (OECD, 2015, p.19).

Conhecimento epistemológico é um conhecimento de construtos e características definidoras essenciais para o processo de construção do conhecimento em

ciência e do seu papel na justificativa do conhecimento produzido pela ciência, por exemplo, uma hipótese, uma teoria ou uma observação e sua contribuição para a forma como nós sabemos o que sabemos (Duschl, 2007 apud PISA, 2015, p. 19).

A avaliação do PISA de 2012 estabeleceu como um dos critérios para avaliar o letramento científico a competência do aluno em interpretar dados e evidências cientificamente, para isso o aluno deverá utilizar –se de conhecimentos como explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidência científica sobre questões relacionadas à Ciências. Essa mesma competência foi avaliada no PISA de 2015, conforme os marcos de referências do PISA (OECD, 2015). Dessa forma, considerando os avanços científicos e tecnológicos na atualidade, o letramento científico é necessário como um fator de inserção dos cidadãos para vivência na sociedade atual (Sasseron e Carvalho, 2011).

De acordo com o documento do PISA publicado em 2006, 2012 e 2015, as competências foram selecionadas por sua relevância na atividade científica e por sua conexão com habilidades cognitivas fundamentais. São elencadas as habilidades de pensamento indutivo/dedutivo; pensamento crítico; capacidade de ler ou de traduzir informação em diferentes linguagens; tomada de decisões.

Conforme os marcos referenciais do PISA de 2015, para desenvolver o letramento científico, a pessoa precisa ter a competência de explicar fenômenos cientificamente, avaliar e planejar eventos científicos, interpretar dados e experiências cientificamente. Para a primeira competência são necessárias as habilidades de reconhecer, oferecer e avaliar explicações para fenômenos naturais e tecnológicos. A competência de avaliar e planejar eventos científicos requer do estudante as habilidades de descrever, avaliar investigações científicas e propor formas de abordar questões cientificamente. Para a terceira competência citada são necessárias as habilidades de analisar e avaliar os dados,

afirmações e argumentos, tirando conclusões científicas apropriadas.

Conforme aponta Hodson (1994, p. 7), um dos principais objetivos para o ensino de ciências é a compreensão pelo aluno da natureza da Ciência, isto é, aprender sobre Ciência. O autor classifica essa aprendizagem em: i - *Aprender ciências*: como a aquisição e o desenvolvimento de conhecimentos teóricos (conteúdos das ciências), ii- *Aprendizagem sobre a natureza das ciências*: o desenvolvimento da natureza e dos métodos da ciência, tomando consciência das interações complexas entre ciência e sociedade, iii- *A prática da ciência*: desenvolvimento dos conhecimentos técnicos, éticos, entre outros, sobre a investigação científica e a resolução de problemas. Assim, é possível perceber a ênfase do autor para que o estudante tenha acesso também aos processos e práticas da Ciência.

Neste sentido, Zabala (1998) afirma que é necessário que seja oportunizado ao aluno a aprendizagem de conteúdos conceituais, factuais, teorias, isto é, o conhecimento declarativo. Importante também que os estudantes sejam constantemente desafiados a interpretar dados e utilizá-los para dar sustentação aos seus argumentos para favorecer a aprendizagem dos conteúdos procedimentais.

Conteúdos procedimentais referem-se ao fazer como por exemplo, comparar; interpretar dados, gráficos, tabelas para tirar conclusões apropriadas; descrever e diferenciar questões que possam ser investigadas cientificamente; fazer medições; controlar variáveis e compreender diferentes maneiras de representar o conhecimento científico.

Os marcos referenciais do PISA de 2015 apresentam o conhecimento científico constituído de três elementos relacionados. São eles o conhecimento do conteúdo; conhecimento procedimental, como os já referidos acima e que se relaciona ao conhecimento que os cientistas desenvolvem em suas pesquisas, e o conhecimento epistemológico

relativo ao entendimento da função de perguntas, observações, teorias, hipóteses, modelos, argumentos na ciência.

Conforme apontam Maia e Justi (2008), o aprendizado sobre os processos de investigação em ciências requer o desenvolvimento de habilidades como, seleção e controle de variáveis, formulação de hipóteses, interpretação de padrões de evidência, observação e comunicação dos resultados, e que estão relacionadas à aprendizagem de procedimentos.

Com o intuito de incentivar os alunos a participarem em projetos de pesquisa para favorecer a aprendizagem científica e formas mais rigorosas de pensamento, o Governo Federal tem apresentado propostas para a inserção dos jovens da Educação Básica, principalmente das escolas públicas, a ingressarem e programas de iniciação científica. Essa proposta está presente tanto na Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996, programa Ensino Médio Inovador (2009), e também nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (2013).

Neste sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais (2002, p.11) apontam alguns objetivos para a educação:

“Os objetivos da nova educação pretendida são certamente mais amplos do que os do velho projeto pedagógico. Antes se desejava transmitir conhecimentos disciplinares padronizados, na forma de informações e procedimentos estanques; agora se deseja promover competências gerais, que articulem conhecimentos, sejam estes disciplinares ou não.” (Brasil, 2002, p.11)

Assim, é possível perceber a perspectiva de um ensino que não vise apenas aprendizagem dos conteúdos disciplinares, mas que também oportunize ao aluno o desenvolvimento de habilidades e competências, visando aprimoramento intelectual.

Procedimentos Metodológicos

O estudo foi realizado com alunos do nono ano de duas escolas de Londrina. A escola “A” é pública, localizada no centro da cidade, dispõe de diversos recursos para os alunos como laboratório didático de Ciências e sala de informática. Vale ressaltar que a escola foi classificada em segundo lugar da cidade na avaliação do IDEB (Índice de desenvolvimento da Educação Básica) de 2011 e os resultados de 2013 foram bem avaliados em comparação com outras escolas do município. Os professores utilizam metodologia mais tradicional de ensino e os estudantes não têm acesso à iniciação científica. Participaram 26 alunos. A turma do nono ano escolhida para a pesquisa era considerada pelos professores como a que apresentava os melhores alunos em desempenho na disciplina de Ciências e, conseqüentemente, em nota.

A escola “B” é particular, equipada com laboratório didático de Ciências e de informática. Nesta escola os alunos têm aula de iniciação científica uma vez por semana para elaborarem e desenvolverem projetos de iniciação científica, juntamente com professores orientadores da própria escola. Os projetos da escola são posteriormente apresentados em feiras como a Febrace – Feira Brasileira de Ciências e Engenharia. Participaram 33 alunos.

Em ambas escolas aplicamos duas questões da prova PISA de 2012 que contemplam os conhecimentos sobre Ciências e avaliam competências para identificar evidências, elaborar e analisar conclusões. O instrumento desse estudo foi composto pela questão A da atividade intitulada “O Diário de Semmelweis” e pela questão da atividade de “Moscas”. As questões da prova são elaboradas com base na análise e compreensão de uma situação-problema.

Consideramos que as duas questões possuem uma demanda cognitiva de nível médio de complexidade, pois este nível, segundo a descrição do

PISA (OECD, 2015) os alunos usam e aplicam conhecimento conceitual para descrever ou explicar fenômenos; selecionar procedimentos apropriados envolvendo dois ou mais passos; utilizam conjuntos de dados simples ou gráficos.

A seguir apresentamos as atividades aplicadas. Na primeira avaliamos competências propostas pela prova PISA (OECD, 2013) que foram identificar evidências e elaborar e avaliar conclusões, pois segundo o PISA, este processo envolve o relacionamento das conclusões com a evidência em que estas estão ou deveriam estar baseadas. Foi disponibilizado aos alunos um relato de uma investigação e as conclusões dela retiradas e solicitado uma avaliação destas conclusões. Os estudantes deveriam ser também capazes de reconhecer o tipo de evidência requerida numa investigação científica e de avaliar a possibilidade de retirar conclusões dessa evidência. (GAVE, 2003)

Na atividade 2 foi avaliada as capacidades de identificar questões científicas e evidências, segundo marcos teóricos do PISA (OECD, 2012). Essas competências incluem, conforme o documento, selecionar conclusões a partir de evidências; procurar argumentos contrários e favoráveis para conclusões retiradas de informações disponíveis; reconhecer questões que são possíveis de serem investigadas cientificamente em uma dada situação, bem como reconhecer características-chaves de uma investigação científica, tais como: quais elementos devem ser comparados, quais variáveis devem ser alteradas ou controladas. (OECD, 2012).

Para analisar os registros dos alunos, levamos em consideração os critérios de correção apontadas pelo PISA, classificando as respostas em “Total”, “Parcial” e “Nula”.

Atividade 1: O Diário de Semmelweis

“Julho de 1846. Na próxima semana, assumirei o meu cargo de “Herr Doktor” na primeira sala de partos da maternidade do Hospital Geral de Viena. Fiquei assustado, quando fui informado da percentagem de doentes que morrem nesta clínica. Nada menos do que 36 das 208 mães tinham morrido aqui neste mês, todas com febre puerperal. Dar à luz uma criança é tão perigoso como ter uma pneumonia do 1.º grau.”

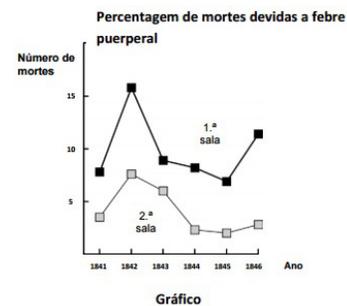


Gráfico 1. Gráfico da atividade “Diário de Semmelweis”⁴.

Fonte: PISA (2012).

Os médicos, entre os quais Semmelweis, não faziam a menor ideia acerca da causa da febre puerperal. Vejamos outro excerto do diário de Semmelweis: “Dezembro de 1846. Por que é que tantas mulheres morrem com esta febre, depois de partos sem quaisquer problemas? Durante séculos, a ciência disse-nos que se trata de uma epidemia invisível que mata as mães. As causas podem ser a alteração do ar, alguma influência extraterrestre, ou algum movimento da própria Terra, como um tremor de terra.”

Hoje em dia, poucos encarariam a hipótese de uma influência extraterrestre ou de um tremor de terra como causas possíveis de uma febre. Sabemos, atualmente, que a febre puerperal está relacionada

4. Estas linhas do diário de Ignaz Semmelweis (1818-1865) ilustram os efeitos devastadores da febre puerperal, uma doença contagiosa que matou, na época, inúmeras mulheres após o parto. Semmelweis reuniu dados acerca do número de mortes provocadas pela febre puerperal na primeira e na segunda salas (ver gráfico).

com as condições de higiene. Mas, na época em que Semmelweis viveu, muitas pessoas, incluindo cientistas, acreditavam! Contudo, Semmelweis sabia que era pouco provável que a febre pudesse ser provocada por uma influência extraterrestre ou por um tremor de terra.

Chamou a atenção para os dados que tinha reunido (ver gráfico) e usou-os para tentar convencer os seus colegas.

Questão: Coloque-se no lugar de Semmelweis. Baseando-se nos dados que Semmelweis recolheu, apresente uma razão que demonstre que é pouco provável que os tremores de terra provoquem a febre puerperal.

Atividade 2: Moscas

Um fazendeiro trabalha com gado leiteiro em uma estação experimental agrícola. A população de moscas no curral onde o gado ficava era tão grande que a saúde dos animais foi afetada. Então, o fazendeiro pulverizou o curral e o gado com uma solução de inseticida A. O inseticida matou quase todas as moscas. Algum tempo depois, entretanto, o número de moscas voltou a crescer. O fazendeiro pulverizou novamente o inseticida. O resultado foi semelhante ao obtido na primeira pulverização. A maior parte das moscas, mas não todas, foram mortas. Novamente, dentro de pouco tempo, a população de moscas aumentou e mais uma vez foram pulverizadas com o inseticida. Esta sequência de acontecimentos se repetiu por cinco vezes, então ficou evidente que o inseticida A estava se tornando cada vez menos eficiente para matar as moscas.

O fazendeiro percebeu que uma grande quantidade da solução do inseticida tinha sido feita e utilizada em todas as pulverizações. Portanto, ele levantou a possibilidade de que a solução do inseticida tivesse se decomposto com o tempo.

Fonte: Teaching About Evolution and the Nature of Science (Ensinando sobre Evolução)

Responda: A opinião do fazendeiro é de que o inseticida se decompôs com o tempo. Explique resumidamente como esta opinião pode ser testada.

Apresentação e discussão dos dados

Apresentamos os resultados das respostas em categorias consideradas como “total”, “parcial” e “nula” conforme os critérios de correção divulgados pelo PISA.

Na questão 1, “Coloque-se no lugar de Semmelweis. Baseando-se nos dados que Semmelweis recolheu, apresente uma razão que demonstre que é pouco provável que os tremores de terra provoquem a febre puerperal”, os critérios estabelecidos no PISA foram os seguintes:

Resposta Total: Nesta categoria estão as respostas que se referem a diferença entre o número de mortes em ambas as salas. Envolveu o uso de evidências científicas que relacionam dados sistematicamente a possíveis conclusões usando uma cadeia de raciocínio que não é dada para os alunos no texto.

Resposta Parcial: Contempla respostas que referem o fato de os tremores de terra não serem tão frequentes. Nesta categoria estão as respostas de alunos que demonstraram uma certa habilidade de apresentar argumentos e chegar a uma conclusão, mas não houve a correlação entre os dados apresentados e a interpretação do contexto que ocorreram as mortes.

Resposta Nula: Esta categoria contempla respostas que referem (apenas) que os tremores de terra não podem causar febre.

Os resultados da questão 1 relativos às duas escolas encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Resultados da questão 1.

| Respostas | Número de alunos: Escola "A" | Número de alunos: Escola "B" |
|---------------|------------------------------|------------------------------|
| Totais | 4 | 9 |
| Parciais | 5 | 4 |
| Nulas | 17 | 20 |
| Participantes | 26 | 33 |

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

Apresentamos os gráficos de acordo com os percentuais obtidos, considerando valores arredondados:

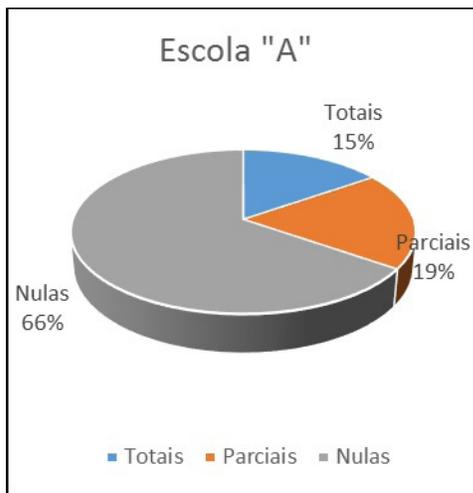


Gráfico 2: Escola "A".

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

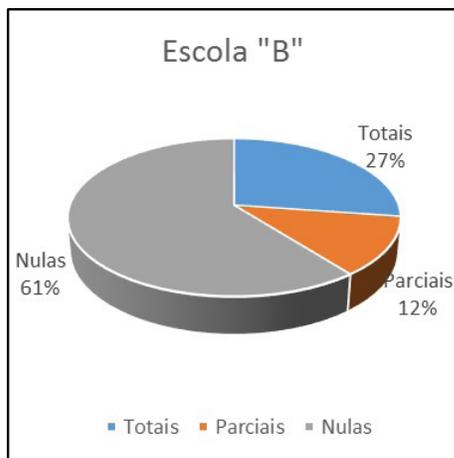


Gráfico 3: Escola "B".

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

Essa questão teve por objetivo, conforme a prova do PISA de 2012, analisar a capacidade de o aluno avaliar e elaborar conclusões. Para isso o estudante teria que, a partir dos elementos fornecidos pela questão, selecionar conclusões a partir de evidências, procurar argumentos contrários e favoráveis para conclusões retiradas das informações disponíveis.

Com base nos critérios de correção do PISA citados acima, os dados indicam que 27% dos estudantes da escola B conseguiram obter resultado satisfatório, contra 15% da escola A. Isso demonstra que aqueles estudantes corresponderam satisfatoriamente à capacidade analisada, de avaliar e elaborar conclusões a partir dos dados indicados na questão. Por outro lado, os alunos que tiveram suas respostas classificadas como "parciais" também apresentaram indicativo de que desenvolveram essa capacidade, apesar de não ter sido totalmente satisfatória.

Constamos que embora os percentuais de respostas "nulas" sejam próximos em ambas escolas, os respostas "totais" e "parciais" da escola A apresentam percentuais com uma diferença de 4%. Já na escola B, as respostas "totais" se sobressaem, representando mais que o dobro das "parciais", o que permite inferir que na escola B, há um maior percentual de alunos que desenvolveram habilidades e competências relacionadas a uma investigação científica, partindo de evidências para elaborar suas conclusões.

Indicamos abaixo alguns exemplares das respostas dos estudantes classificadas na categoria "totais" de acordo os critérios apontados pelo PISA.

"A razão que demonstra que é pouco provável é que os dados da 2ª e 1ª sala não são relativos, há uma diferença grande, pois se tremores tivessem influência, como as salas são no mesmo hospital, o número de mortes seria mais parecido, o que não ocorreu, portanto, não há influência." (exemplo 1)

“Os tremores de terra ocorrem tanto na sala 1 quanto na sala 2 ou seja, não há como justificar a grande diferença no número de mortes de acordo com as salas a partir desta hipótese. Uma justificativa e uma hipótese razoáveis seriam a falta de higiene na sala 1 e a febre ser causa pelo ar.” (exemplo 2)

“Pois não houve o mesmo número de mortes nas duas salas, considerando que estão no mesmo hospital, o tremor da terra deveria causar as mortes nas duas salas, contando com o mesmo número de morte nas duas salas.” (exemplo 3)

As respostas demonstram haver coerência entre a pergunta realizada, os dados apresentados no gráfico e a obtenção de conclusões a partir do problema exposto dando ênfase aos supostos terremotos como causa da febre. Os alunos utilizam os dados do gráfico para elaborar suas explicações, apresentando assim tipo de desempenho esperado na competência “Interpretar dados e evidências cientificamente” (OECD, 2015).

Nossos dados corroboram com os apontados por um estudo publicado acerca das produções relativas às questões de resposta aberta, no qual foram selecionadas as provas de 360 alunos de 15 anos, de estudantes de Portugal. Foi constatado que aproximadamente 40% dos alunos não tentaram sequer responder a este item e apenas 20% o fizeram adequadamente (Gave, 2003, p.16).

A seguir apresentamos respostas dos estudantes participantes deste estudo classificadas na categoria “parciais” conforme critérios PISA.

“Pois não eram as únicas hipóteses que existiam entre 1841-1846 como por exemplo, “uma epidemia invisível que mata as mães”, “alteração no ar”. Mas esta conclusão pode ter sido retirada a partir do gráfico obtido em que a sala 1 podia ser menos higiênica que a 2, e aliás de ser hipóteses totalmente absurdas.” (exemplo 1)

No exemplo a seguir, a argumentação apresentada pelo aluno recorre a informação que não foi fornecida:

“Grande porcentagem de doentes morria nas clínicas, o que demonstra uma possibilidade (hoje em dia confirmada) que tal doença poderia ser contagiosa. Nestes anos apresentados no mapa podemos perceber uma variação no número de mortes, porém não ocorreram tremores em todos estes anos. E contestando a hipótese dos extraterrestres, acredito que seja falsa, pois não há vestígios concretos de tais vidas fora de nosso planeta, e não são percebidos em nosso planeta.” (exemplo 3)

“Por que os níveis de morte deveriam estar na mesma quantidade e ele também achava que podia ser alteração do ar.” (exemplo 3)

Apesar de não terem sido satisfatórias, mas parciais, é possível notar que os estudantes conseguem estabelecer relações entre os dados apresentados nos gráficos com o problema estudado. No entanto, as conclusões dos estudantes que estão classificados nesta categoria não são totalmente compatíveis com o problema apresentado na questão 1. Isso indica que apesar de esses estudantes demonstrarem apresentar habilidades para análise dos dados expostos no gráfico e relacioná-los ao problema, não conseguiram explicar o fenômeno cientificamente e suas conclusões não são satisfatórias por não estarem baseadas em evidências científicas.

Nossa preocupação direciona-se aos estudantes que tiveram suas respostas classificadas como “nulas”. Em ambas as escolas, somando-se o número de respostas parciais e totais, ainda há maior número de respostas classificadas na categoria “Nula”. Na escola “A” a soma entre respostas parciais e totais corresponde a 34% e o número de nulas 66%. Na escola “B”, a soma entre respostas parciais e totais corresponde a 39%, sendo 61% o número de respostas nulas. Os estudantes classificados nessa

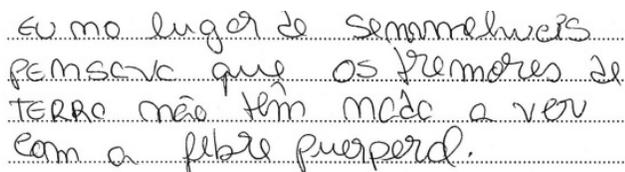
categoria responderam a questão evidenciando apenas o conhecimento conceitual não demonstrando habilidades e procedimentos que são esperadas mediante a aprendizagem de Ciências, como por exemplo, a interpretação de dados, gráficos, para proporem conclusões apropriadas e, assim, não apresentaram argumentos científicos em suas respostas coerentes com a pergunta realizada. Isso evidencia a falta de conhecimento epistemológico, conforme PISA (2015). Esses dados podem ser observados em algumas das respostas a seguir consideradas “nulas”.

“Porque a febre puerperal é conduzida por falta de higiene (limpeza) e um tremor não iria fazer a diferença alguma, e porque em determinados locais não existem tremores que possam fazer realmente a terra balançar.” (exemplo 1)

“Pois tem muitos outros sintomas, que seriam melhor aceitos pela sociedade, a febre puerperal pode ser provocada também pela falta de higiene o que seria um sintoma mais provável.” (exemplo 2)

“A febre está relacionada com a higiene como os cientistas diziam que é invisível.” (exemplo 3)

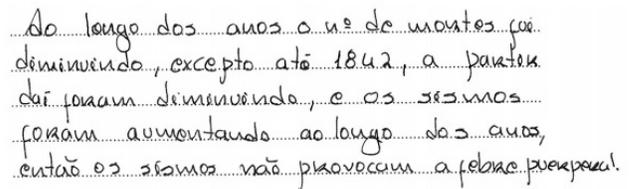
Os dados apontados neste estudo são sustentados pela pesquisa referida acima realizada em Portugal com 360 estudantes, são destacados alguns exemplos de respostas que não demonstram a competência avaliada, isto é, alunos que não relacionam os dados disponibilizados com as evidências apresentadas nos gráficos e assim produziram inferências incoerentes (Gave, 2003, p. 17).



Eu no lugar de semelhanças penso que os tremores de TERRE não têm nada a ver com a febre puerperal.

Gráfico 4. Registro de um estudante da pesquisa com 360 participantes (exemplo 3).

Fonte: Gave (2003).



Ao longo dos anos o nº de montes foi diminuindo, excepto até 1842, a partir daí foram diminuindo, e os sismos foram aumentando ao longo dos anos, então os sismos não provocam a febre puerperal.

Gráfico 5. Registro de um estudante da pesquisa com 360 participantes (exemplo 6).

Fonte: Gave (2003).

O conhecimento declarativo, conceitual é também um dos objetivos para a aprendizagem dos alunos em Ciências. No entanto, essa questão não poderia ser respondida apenas com esses conhecimentos, pois, assim, não é possível responder ao problema proposto na investigação e, dessa maneira, não foram evidenciados conhecimentos procedimentais e epistemológicos esperados, pois não apresentaram argumentação coerente com o problema proposto.

A segunda questão referente ao texto “Moscas”, teve por objetivo avaliar a capacidade de usar evidência científica, conforme matriz do PISA (2012). Para responder a essa questão o aluno deverá apresentar habilidades de identificar os pressupostos; procurar argumentos contrários e favoráveis para conclusões retiradas de informações disponíveis. No caso da questão, também identificar elementos que devem ser comparados e quais variáveis devem ser alteradas ou controladas.

Ao apresentar para os alunos a atividade 2 com o enunciado da questão, “A opinião do fazendeiro é de que o inseticida se decompôs com o tempo. Explique resumidamente como esta opinião pode ser testada”, seguimos os seguintes critérios de correção do PISA (2012):

Resposta Total: Referem-se as respostas em que três variáveis, como o tipo de moscas, prazo do inseticida, exposição, são controladas, por exemplo: Comparar os resultados de um novo lote de inseticida com os resultados do primeiro lote de inseticida em dois grupos de moscas da mesma espécie e que não foram previamente expostas ao inseticida.

Resposta Parcial: Compreendem as respostas em que apenas uma das três variáveis, tipo de moscas, prazo do inseticida, exposição, são controladas, tais como analisar amostras de inseticida em intervalos regulares para ver se há alterações ao longo do tempo.

Resposta Nula: Respostas vagas, que não indica como o inseticida era testado, como por exemplo, o fazendeiro apanhar uma mosca do seu curral e outra de outro curral e pulverizar cada uma com o inseticida ou o fazendeiro poderia testá-lo todos os anos para ver se estava no prazo e se ainda funcionava.

Em relação à atividade 2, encontramos os seguintes resultados:

| Respostas | Número de alunos: Escola "A" | Número de alunos: Escola "B" |
|---------------|------------------------------|------------------------------|
| Totais | 0 | 0 |
| Parciais | 1 | 10 |
| Nulas | 25 | 23 |
| Participantes | 26 | 33 |

Tabela 2: Resultados da atividade 2: Moscas.

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

Apresentamos os gráficos de acordo os resultados obtidos na atividade 2, com os percentuais obtidos:

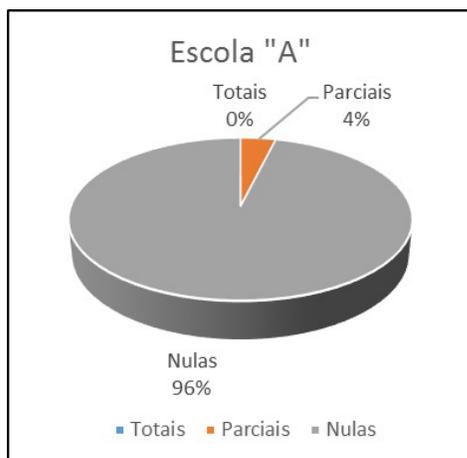


Gráfico 6: Escola "A".

Fonte: Da pesquisa (2015).

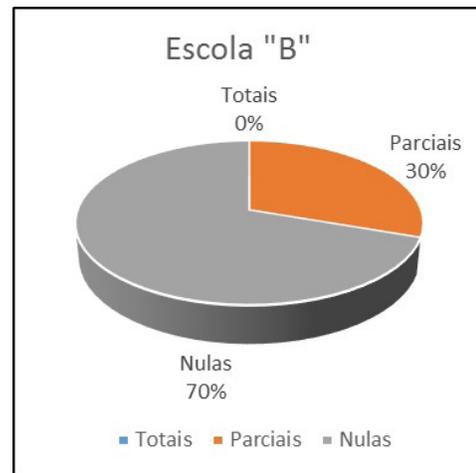


Gráfico 7: Escola "B".

Fonte: Da pesquisa (2015).

Um dado alarmante que obtivemos foi que em ambas escolas nenhuma das respostas foi classificada como "total". Além disso só um aluno na escola "A" obteve o resultado parcial. Já na escola "B", 30% dos estudantes apresentam parcialmente a capacidade analisada e, assim, é possível inferir que estes alunos demonstram, ainda que em parte, entendimento de uma investigação científica. Essa conclusão é sustentada porque nas respostas apresentam explicações condizentes como o controle de algumas variáveis. Diante destes resultados, temos percentuais de respostas "nulas" com grande diferença entre os estudantes das escolas A e B, o mesmo acontece entre as respostas "parciais". Habilidades de comparação e de identificação de variáveis precisam ser desenvolvidas.

Alguns exemplos de respostas consideradas como "parcial" seguem abaixo:

"A opinião poderia ser testada se o fazendeiro aplicasse um novo inseticida "B" com uma nova composição, se as moscas não voltassem o problema teria se resolvido e se voltassem, o "A" teria se decomposto." (exemplo 1)

"Ele poderia colocar em uma caixa várias moscas ou outro tipo de material e testar com o inseticida

que ele usou e depois com um outro com os mesmos materiais.” (exemplo 2)

“Eles deveriam testar com um inseticida novo e o que “se decompôs” e ver se havia alguma diferença para eficiência. Porém, na minha opinião, ali ocorreu a seleção natural, onde as moscas mais fortes sobreviveram e criaram moscas mais fortes ainda.” (exemplo 3)

As duas primeiras respostas evidenciam características de uma investigação. Porém, na terceira aparece também a opinião do aluno expondo o seu conhecimento a respeito do tema, não necessária nesta resposta, pois a pergunta é direcionada à ação do fazendeiro frente à resolução de um problema.

As respostas classificadas como “nulas” não demonstraram em nenhum momento as características da resolução do problema apresentado na pergunta, assim, não evidenciaram características de uma investigação científica, como, por exemplo, análise de amostras do inseticida, das moscas e nenhum indício de controle de variáveis. Algumas dessas respostas classificadas como “nulas” seguem abaixo:

“O que aconteceu foi que as moscas estavam ficando resistentes ao inseticida e forma se reproduzindo e criando moscas resistentes ao inseticida.”(exemplo 1)

“Pois conforme passa o tempo o inseticida pode ter se decomposto e assim não possuindo mais o mesmo efeito contra as moscas.” (exemplo 2)

“Essa opinião provavelmente está errada, pois nem todos os organismos temos mesmos “anticorpos”, e isso, pode causar a ação de transformar os insetos (eles se adaptam/se evoluem) dado mais força contra vírus. Eles nunca atingem 100% do vírus e de tempo em tempo eles criam uma nova fórmula. É uma amostra clara da teoria de Darwin (seleção natural).” (exemplo 3)

É possível perceber que os alunos respondem apenas com base em seus conhecimentos conceituais,

declarativos e não com o intuito de “testar” uma hipótese para propor a resolução do problema. É importante ressaltar também que no caso da resposta 3, o aluno confunde conceitos como anticorpos, vírus com a seleção natural de Darwin e o problema das moscas apresentado na questão.

Apesar da incidência de respostas “nulas” na pergunta 1, em ambas escolas, serem maior do que a soma das respostas totais e parciais, consideramos que os alunos que têm acesso à iniciação científica apresentaram desempenho superior aos da escola “A” em que os estudantes não participam de projetos de iniciação científica. É importante lembrar que para este estudo foi selecionada a melhor turma em nota do nono ano da escola.

Assim, pode-se inferir que os estudantes que têm acesso a um ensino em que as aulas são tradicionais prevalecendo o modelo transmissão/recepção, não estão desenvolvendo as competências e habilidades próprias da área de conhecimento relativo às Ciências Naturais que são priorizadas nos testes internacionais. A prioridade desse modelo de ensino é para aprender Ciência e não aprender sobre Ciência (Hodson, 1994), e o conhecimento procedimental (Zabala, 1998; PISA, 2015).

Considerações finais

No exame realizado pelo PISA, que avalia estudantes de diversos países, o desempenho dos estudantes brasileiros caiu mais duas colocações de 2012 para 2015, passando de 58º para 60º. Esse fato nos causa preocupação com a aprendizagem em Ciências dos alunos brasileiros e, por esse motivo, este estudo objetivou analisar o desempenho de alunos do nono ano do Ensino Fundamental quanto à elaboração/avaliação de conclusões e identificação de evidências, capacidades propostas pelo letramento científico e avaliadas no PISA.

Nossos dados apontam que os alunos que estudam em escolas em que predominam o ensino

expositivo/transmissivo, não desenvolveram satisfatoriamente as habilidades e competências avaliadas no *PISA*. Notamos um melhor desempenho em estudantes que têm acesso à iniciação científica, ainda que não totalmente satisfatório. Assim, é possível perceber que habilidades e competências pertinentes ao conhecimento científico e que estão relacionadas a uma investigação científica, de maneira geral, não estão sendo desenvolvidas de modo suficiente por alunos das escolas brasileiras.

Essas habilidades são parte dos conhecimentos do tipo procedimental mencionados na matriz *PISA* (2015). Neste sentido Zabala (1998), argumenta que a realização de ações que formam os procedimentos é condição *sine qua non* para aprendizagem. Além disso, para aprender procedimentos é necessário a exercitação múltipla para o domínio competente. Assim, não basta realizar uma vez determinada ação como, por exemplo, o controle de variáveis e interpretar dados, mas quantas vezes forem necessárias para chegar ao seu domínio. O mesmo ocorre para o domínio das competências de explicar fenômenos, cientificamente, avaliar e planejar eventos científicos.

O mesmo autor referido acima aponta também que além da realização do procedimento, quantas vezes forem necessárias, há necessidade de que haja uma reflexão sobre a própria atividade, para que o aluno tome consciência de sua realização.

Em função dos dados apontados neste estudo, é possível concluir que o ensino da disciplina de Ciências nas escolas brasileiras, de um modo geral, não tem oportunizado aos estudantes o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias ao entendimento dos processos da Ciência, no entanto, percebe-se uma preocupação e também priorização de conteúdos do tipo conceitual e declarativo. Esse fato aponta para uma melhor elaboração e aplicação de práticas pedagógicas para os estudantes no que se refere à aprendizagem de procedimentos em Ciências e habilidades cognitivas próprias a essa

área de conhecimento que são contemplados em diversos documentos de ensino como por exemplo *National Research Council - NRC* (2012), AAAS, (1989), Brasil (2002), Brasil (2014).

Não estamos aqui desconsiderando a necessidade do conhecimento declarativo na aprendizagem dos estudantes, porém, temos que salientar a falta de outros tipos de conhecimentos que não estão sendo devidamente contemplados pelas escolas e, conseqüentemente, não apropriados pelos estudantes brasileiros.

Referências

- AAAS. American Association for the Advancement of Science. **Science for all americans: a Project 2061 report on literacy goals in Science, mathematics, and technology**. Washington: AAAS, 1989.
- BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+: Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2002.
- _____. Secretaria de Educação Básica. **Formação de professores do ensino médio, Etapa II - Caderno III : Ciências da Natureza / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica; [autores: Daniela Lopes Scarpa et al.]**. – Curitiba : UFPR/Setor de Educação, 2014.
- CALDEIRA, A.M.A. **Análise Semiótica do Processo de Ensino e Aprendizagem**. Tese de Livre-docência. Unesp, Bauru, 2005.
- CARVALHO, A. M. P. Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica. In: GATICA, M Q; ADÚRIZ-BRAVO, A (Ed). **Enseñar ciencias en el Nuevo milenio: retos e propuestas**. Santiago: Universidade católica de Chile, 2006.
- DEBOER, G. E. **Historical perspectives on inquiry teaching in schools**. In: FLICK; LEDREMAN. Scientific inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education. Springer, 2006.

- DUSCHL, R. Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic and Social Learning Goals. **Review of Research in Education**, 32, 268-291, 2007.
- G1. **Brasil ocupa 60ª posição em ranking de educação em lista com 76 países**. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/educacao/noticia/2015/05/brasil-ocupa-60-posicao-em-ranking-de-educacao-em-lista-com-76-paises.html>. Acesso em: 13 de maio, 2015.
- GAVE. PISA 2000 – **Conceitos fundamentais em jogo na avaliação de literacia científica e competências dos alunos portugueses**. Lisboa: Gabinete de Avaliação Educacional do Ministério da Educação, 2002, 2003. Disponível em: http://biblioteca.esec.pt/cdi/ebooks/docs/conceitos_literacia_cientifica%5b1%5dPisa2000.pdf. Acesso em: 10 de set., 2015.
- GIL PÉREZ, D.; *et al.* Para uma visão não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, 7(2), 125-153, 2001.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, 12 (3), 299-313, 1994.
- INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **PISA 2006: Relatório Nacional**. Apresentação. Brasília, 2015. Disponível em: http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Relatorio_PISA2006.pdf. Acesso em: 20 jun., 2015.
- KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª Edição, Editora USP, São Paulo, 2004.
- MAIA, P. F; JUSTI, R. Desenvolvimento de Habilidades no Ensino de Ciências e o Processo de Avaliação: uma análise da coerência. **Ciência & Educação**, 14(3), 431-50, 2008.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas**. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.
- OECD. PISA 2012. **Assessment and Analytical Framework Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy**, 2013. Disponível em: http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PISA%202012%20framework%20e-book_final.pdf. Acesso em: 10 de abr. de 2015.
- OECD. PISA 2015. **Draft Science framework**, 2015. Disponível em: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2015draftframeworks.htm>. Acesso em: 20, abr., 2015.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, 16(1), 59-77, 2011.
- SUART, R. de C; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. **XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XIV ENEQ)**. UFPR, Curitiba, 2008.
- ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- ZOLLER, U; *et al.* Algorithmic, LOCS and HOCS (chemical) exam questions: Performance and attitudes of college students. **International Journal of Science Education**, 24(2), 185-203, 2002.





O DESENVOLVIMENTO DO ARGUMENTO E O APRIMORAMENTO DOS ASPECTOS SEMÂNTICOS E PRAGMÁTICOS DA LINGUAGEM ORAL, MEDIANTE O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

The development of argument and improvement of semantic and pragmatic aspects of oral language by investigative activity

Wanessa H. Pickina Silva Suzuki¹
Andreia de Freitas Zompero²

Para citar como este artículo: Suzuki, W.H.P.S., y Zompero, A.F. (2016). O desenvolvimento do argumento e o aprimoramento dos aspectos semânticos e pragmáticos da linguagem oral, mediante o ensino por investigação. *Góndola, Ensino e Aprendizagem em Ciências*, 11(1), 100-116. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a7

Recibido: 23 de septiembre 2015 / Aceptado: 12 de junio de 2016

Resumo

A linguagem é o mecanismo estruturado que nos permite compartilhar todo o conhecimento que adquirimos no processo ensino e aprendizagem. É por meio dela que os saberes científicos são organizados. A propriedade comunicativa da linguagem é a habilidade mais significativa que permite ao homem relatar, argumentar e ou refutar uma ideia. As estratégias de ensino que visam desenvolver a enculturação científica, aproximando a ciência do cotidiano escolar, apresentam concepções diferenciadas que privilegiam o ensino problematizador. As metodologias investigativas encaminham o aluno a desenvolver habilidades de comunicação, principalmente a argumentação, em uma perspectiva do discurso científico. Sabendo da dificuldade que os estudantes, especificamente, do 7º ano do ensino fundamental da rede estadual de ensino, possuem em compreender determinados conteúdos da disciplina de Ciências, muitas vezes na falta de um referencial concreto, foi escolhido o tema sobre os microrganismos para embasar as atividades investigativas propostas. Portanto, o objetivo deste artigo é identificar e analisar as habilidades comunicativas

1. Graduada em Ciências Biológicas e mestre em Ensino de Linguagens e Tecnologias pela Universidade Norte do Paraná. Professora da Educação Básica das disciplinas de Ciências e Biologia. wanessahpss@hotmail.com.br.
2. Docente do curso de graduação em Ciências Biológicas da Universidade Norte do Paraná e do Mestrado em Ensino de Linguagens e Tecnologias. Mestre e doutora em Ensino de Ciências pela Universidade Estadual de Londrina. andzomp@yahoo.com.br.

da linguagem, no que tange a argumentação e seu desenvolvimento, assim como o aprimoramento dos aspectos semânticos e pragmáticos da linguagem oral, mediante o ensino por investigação. Para a organização da atividade de investigação, utilizamos a abordagem do *National Reserach Council* bem como os pressupostos idealizados por S. Toulmin, referente à estrutura do argumento. As habilidades pragmáticas e semânticas foram referenciadas por meio da teoria dos Atos de fala. Por meio da análise dos dados obtidos, foi possível verificar que alguns alunos, foram beneficiados com esta metodologia, e puderam apropriar-se de conceitos que fundamentaram e contribuíram para a qualidade estrutural do argumento. Além disso, percebemos o aprimoramento dos aspectos semânticos e pragmáticos que emolduraram a comunicação eficiente.

Palabras claves: argumento, aspectos semânticos e pragmáticos, ensino por investigação.

Abstract

The Language is the mechanism that allows us to share all the knowledge acquired in the learning and teaching process. Through it the scientific knowledge is arranged. The language's communicative property is the most meaningful ability which allows man to report, to reason or to refute an idea. The teaching strategies which aim to develop scientific enculturation, bring science closer to the school routine, introducing distinguished conceptions that favour problematic teaching. The investigative methodologies lead the student to develop communication abilities, specially reasoning, in scientific speech perspective. Knowing about this difficulty that the students, specifically the ones of the seventh grade of the primary school of brazil's state school, have in understanding certain parts of the contents in the subject of Science, most of the times lacking in a concrete referential idea, the theme of microorganisms was chosen to substantiate the investigative activities proposed. Therefore, the goal of this paper is to identify and to analyse the communicative abilities of language, regarding argumentation and its development, as the improvement of semantic and pragmatic aspects of language. To organize this activity of investigation, the approach of the National Research Council was used, as well as the assumption idealized by S. Toulmin, regarding the argument structure. The pragmatic and semantic abilities were referred through the theory of the Speech Acts. Analyzing the obtained data, it was possible to ascertain that some students were benefited with this methodology and were able to absorb concepts that substantiated and contributed to the structural quality of the argument. Besides that, it was realized that the improvement of the semantic and pragmatic aspects framed an efficient communication.

Keywords: argument, semantic and pragmatic aspects, investigative activity.

Introdução

A linguagem nos permite trocar e receber informações e nos coloca como protagonistas do nosso próprio processo de aprendizagem. Luria (1986) a define como recurso estruturalmente organizado, pelo qual a sociedade se constrói e eterniza seus conhecimentos. É por meio da linguagem que se pode analisar o desenvolvimento do pensamento do aprendiz, quando este é submetido a situações que necessitem a sua participação ativa.

Não é raro o professor se queixar que seus alunos não participam da aula ou mesmo não respondem adequadamente as questões sobre determinado assunto. A participação dos educandos em aulas dialogadas envolve dimensões importantes na formação acadêmica dos mesmos, tais como a convivência cooperativa entre os colegas, apropriação de conteúdos formais, o aprimoramento das habilidades comunicativas, como os aspectos pragmáticos e semânticos e principalmente a construção de argumentos. Embora sejam pressupostos claros, observa-se dificuldade por parte dos alunos em compreender os conceitos e conteúdos científicos, assim como interagir fluentemente em situações de ensino.

Percebendo esta problemática, autores como Carvalho (2013), Sasseron (2013), Campos e Nigro (2009) apontam a metodologia de ensino por investigação como prática eficiente e desafiadora para a construção do conhecimento científico por parte do aluno.

As atividades investigativas apresentam características que estimulam a participação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, despertando a curiosidade e o interesse pela descoberta e solução do problema. Carvalho (2007, 2013) enfatiza que a atividade para ser considerada investigativa, deve sempre partir de um problema, para que os alunos, além de se identificarem com a ação, possam elaborar suas hipóteses, discutir soluções e executar planos que comprovem ou não suas ideias preliminares. Desta forma, esta metodologia pode ser utilizada com o

propósito de criar condições para o desenvolvimento da competência argumentativa do educando, ao gerar situações que promovam a discussão e verbalização de resultados, bem como promover o aprimoramento dos aspectos relevantes para uma comunicação eficiente e contextualizada, no que tange as funções semântica e pragmática da linguagem oral.

Estudos sobre o aperfeiçoamento das habilidades pragmáticas e semânticas são recentes, comparados ao processo argumentativo. É evidente a importância de pesquisas que abordem a caracterização desta habilidade, podendo, então, fornecer parâmetros para a análise de seu aprimoramento, associado ao desenvolvimento da construção do argumento, através do emprego de métodos pedagógicos que priorizem o ensino por investigação.

Partindo do pressuposto que a linguagem é, antes de tudo um meio de comunicação, asserção e compreensão, indissociável da função intelectual, conforme Vygotsky (2000), temos por objetivo, neste estudo, ao abordar a oralidade da linguagem, identificar os aspectos referentes à linguagem pragmática e semântica durante o processo de construção argumentativa dos estudantes, evidenciando como estes fatores linguísticos se entrelaçam para a consolidação e exposição do argumento científico, quando os estudantes são submetidos às atividades de investigação.

Marco teórico

A linguagem, recurso estruturalmente organizado e dinâmico, é o meio pelo qual a sociedade se constrói e eterniza seus conhecimentos. É através dela que podemos refletir sobre o mundo em suas relações complexas e abstratas, transmitir a experiência acumulada pelas gerações, tirar conclusões e sermos capazes de fazer deduções sobre o que constantemente vivenciamos (Luria, 1986, p.27).

Luria (1986) afirma ainda que o domínio da linguagem duplica o conhecimento do homem, amplia a sua visão de mundo, possibilitando a realização

de ações mentais e principalmente de assimilar e compartilhar a experiência para o meio em que o cerca. Portanto, a linguagem oral, através da palavra se transforma em instrumento do pensamento, em meio de comunicação e poderoso estímulo para o desenvolvimento intelectual.

A palavra, como elemento da linguagem humana, apresenta além da importante função de representação, a competência de determinar qualidade e significado ao mundo externo e psíquico do indivíduo. Vygotsky (2001) associou o processo de desenvolvimento da palavra com a da consciência. Para ele, a palavra constitui-se em um mecanismo que reflete o mundo externo em suas relações. Desta forma, a medida que a criança se desenvolve, aprende novas coisas, amplia o vocabulário, muda o seu significado e transforma seu entendimento, sua consciência sobre determinado conceito ou objeto. É por meio do significado da palavra que o pensamento e a fala se unem na produção do pensamento verbal.

Embora a linguagem seja uma das mais complexas e abstratas competências a serem adquiridas, as crianças de todas as culturas aprendem a utilizá-las muito cedo. Neste sentido, a comunicação se estabelece com propósitos de proporcionar o engajamento social, fortalecendo a estrutura cognitiva e emocional do indivíduo (Shaffer & Kipp 2012). Para se compreender este intrínseco mecanismo linguístico, faz-se necessário mencionar os cinco componentes que estruturam a linguagem. Os autores escrevem que a fonologia, morfologia, semântica, sintaxe e a pragmática subjazem o desenvolvimento da competência linguística.

Dentre os elementos citados, faremos referência aos aspectos semânticos e ao uso pragmático da linguagem, por se tratar do foco deste estudo ou seja, o aprimoramento de tais habilidades, bem como o desenvolvimento do argumento mediante o ensino por investigação.

A semântica, segundo Shaffer e Kipp (2012), corresponde aos significados expressos em palavras e

frases, simbolizam objetos, ações e situações, condicionando sentido às representações que nos rodeiam. O conhecimento sobre semântica e suas relações evolui à medida que o indivíduo amplia seu vocabulário e desenvolve seu aparato cognitivo, permitindo compreender o significado e empregar novas palavras na formação de sentenças mais complexas. É na adolescência que ocorre a maior expansão do vocabulário, adicionando palavras abstratas ainda desconhecidas ao seu repertório comunicativo.

O contexto social da linguagem constitui o uso da mesma em situações de comunicação. A função pragmática faz referência ao conhecimento de como a linguagem pode ser usada eficientemente em uma conversação. As regras de uso das estruturas pragmáticas, segundo Fernandes (1998) e Sternberg (2013), envolvem os atos da fala, que dizem respeito à intenção do falante ao usar uma proposição. O uso desta função diz respeito ao aspecto fundamental da forma como a linguagem é utilizada para expressar, representar e interpretar algo, refletindo a complexidade do uso discursivo da língua.

Segundo Sternberg (2013) os atos de fala compreendem cinco categorias básicas que permeiam os atos representativo, diretivo, de compromisso, expressivo e declarativo, organizados de acordo com suas referências específicas, como exemplificados no quadro abaixo:

Tabela 1. Demonstrativo dos Atos de Fala.

| ATOS DE FALA | DESCRIÇÃO |
|----------------|---|
| Representativo | Transmite a crença que uma dada proposição é verdadeira. |
| Diretivo | A tentativa do falante de fazer com que o ouvinte realize algo. |
| Compromisso | Uma concordância do falante em participar de alguma ação futura. |
| Expressivo | Uma afirmação relacionada ao estado psicológico do falante. |
| Declarativo | Um ato de fala pelo qual o próprio ato de fazer uma afirmação resulta em uma nova situação. |

Fonte: Sternberg (2013, p.362).

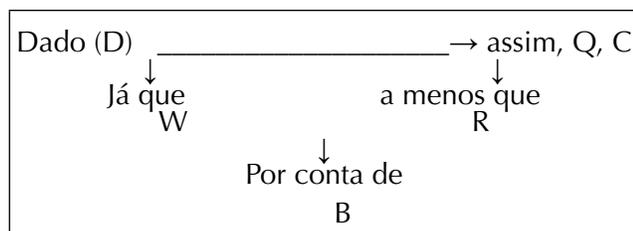
Carvalho (2013) enfatiza ao relacionar a linguagem, na visão sociointeracionista, como uma questão crucial para o desenvolvimento científico. É necessário conduzir os alunos a transformação de sua expressão verbal, levando-os a conhecer novos significados e construir novos conceitos, mudando assim, a forma coloquial de se expressar para a linguagem cientificamente aceita, isto é, a linguagem argumentativa, fundada em significados e conceitos científicos capaz de expor e fundamentar uma hipótese ou nova aprendizagem.

Sasseron (2013) define a argumentação como um processo que compreende a análise de dados, evidências e variáveis, permitindo a afirmação de uma alegação até a sua conclusão. Neste sentido, a argumentação decorre do levantamento de hipóteses, da análise dos dados e evidências coletadas, além da avaliação da investigação, consolidando as justificativas levantadas a ponto de validar a teoria ou refutá-la, concluindo a investigação da questão proposta.

Toulmin (2006) propõe elementos básicos que devam constituir a estrutura do argumento, configurando-o como argumento válido e coerente. Para tanto, o autor elencou alguns elementos fundamentais que necessitam constar em um argumento. Segundo este modelo os elementos são caracterizados em dados (D), justificativas (J), conclusão (C), qualificadores (Q), garantias (W), refutação (R) e o conhecimento básico (B).

Neste sentido, Toulmin apresenta o padrão que confere estrutura adequada ao argumento, demonstrando a sua complexidade:

Tabela 2. Padrão de argumento completo.



Fonte: Toulmin (2006, p.150).

O modelo de Toulmin, segundo Capecchi e Carvalho (2000) é um instrumento importante para a compreensão da estrutura do argumento, considerando a necessidade de contextualização científica durante o processo de ensino aprendizagem. O uso de qualificadores e de refutações propicia o pensamento crítico e desenvolve a capacidade de ponderar sobre as teorias e as evidências que os alunos observam durante a pesquisa e o debate.

A ação argumentativa está presente em diversos contextos, que vão além do círculo escolar, porém é através da educação sistematizada, pela mediação do professor, que a argumentação científica tem condições de se desenvolver. O conhecimento científico difere de outros domínios, segundo Suart e Marcondes (2009), os enunciados e conclusões devem ser testados e sustentados em provas à luz de conhecimentos teóricos e ou empíricos, pois não se constituem em meras opiniões de senso comum.

O ensino problematizador é algo importante para a construção humana, é o modo propulsor do conhecimento. Briccia (2013) cita Bachelard (1996) ao escrever que o conhecimento, em especial o científico, só ocorre através do questionamento, da busca pela resposta e conseqüente solução do problema em questão. A aula com aspectos investigativos favorece a apropriação do saber e o entrosamento entre o professor e o aluno e estes com seus colegas, leva ao diálogo e ao desenvolvimento do argumento (Briccia, 2013).

O ensino de Ciências por investigação apresenta objetivos educacionais indicados para a alfabetização científica, ou seja, ensinar os conceitos e a natureza do conhecimento científico e desenvolver a argumentação. A investigação, como estratégia, tem o papel de auxiliar o desenvolvimento do raciocínio, ao resolver problema e produzir respostas plausíveis que levem a compreensão e resolução dos mesmos, pelos participantes do estudo, (Munford & Lima, 2007). Assim, a argumentação científica é construída ao passo que se desenvolve as habilidades como

observação, inferência, levantamento e teste de hipóteses, avaliações, justificativas e comunicação das explicações sobre o problema proposto, bem como seja aprimorado as habilidades semânticas e pragmáticas da linguagem.

Olson e Loucks-Horsley (2000) referem ainda que as habilidades de identificar pressupostos questionar, organizar o experimento, observar, coletar dados, inferir e propor explicações plausíveis, pautadas em evidências e dados científicos já contextualizados, por meio do raciocínio lógico, são características que podem ser desenvolvidas com o emprego adequado da metodologia de ensino que visa à investigação científica. O ensino por investigação pode ser o meio pelo qual, o aluno participe efetivamente da construção de sua aprendizagem, tornando-se um sujeito ativo, reflexivo e participativo que tenha condições de argumentar, demonstrando domínio e competência discursiva necessária para expor os conteúdos científicos que fazem parte do seu processo de aprendizagem.

Metodologia

Neste estudo foi realizada a análise da fala de oito alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental, na sequência de três aulas observadas e registradas em áudio, a fim de identificar o padrão de desenvolvimento do argumento, a estrutura linguística utilizada, assim como, a evolução das habilidades comunicativas pragmáticas e semânticas da linguagem oral no processo de interação discursiva. A atividade foi realizada em três etapas que denominamos de intervenção, que aconteceram em três dias de aproximadamente uma hora cada.

Para efetuar a organização das atividades investigativas e ter embasamento teórico para posterior análise da produção dos educandos, foi utilizado os pressupostos de Olson e Loucks-Horsley (2000), nos quais consideramos as características como: engajamento do aluno, priorização de evidências, conexão das evidências ao conhecimento científico

e comunicação dos resultados, que refere-se à conclusão, segundo aspectos apontados em estudos realizados com alunos na Educação Básica por Zompero et al (2014), Zompero e Laburú (2014). É importante ressaltar que uma atividade investigativa deve sempre partir de um problema pra o qual os alunos emitem suas hipóteses, elaboram um plano de trabalho, que poderá ser realizado juntamente com o professor, com o intuito de resolver o problema (Carvalho, 2006). Esse tipo de atividade favorece as discussões e interações entre os estudantes e o professor.

Para iniciar a atividade a professora/pesquisadora fez uma interação com os alunos perguntando a eles se conheciam os microrganismos e a importância deles para a vida das pessoas. Após, a professora/pesquisadora colocou, então, o problema para os estudantes: *Os microrganismos existem em qualquer parte do ambiente? Em qual parte do nosso corpo poderia existir microrganismos?*

Após a anunciação do problema, os alunos foram orientados a formular suas hipóteses e organizar o plano de trabalho. Para confrontarem as hipóteses, os estudantes escolheram seis locais diferentes para coletarem as amostras sendo dois na escola, como a pia do banheiro e o vaso sanitário, e em algumas partes corporais dos próprios integrantes do grupo de trabalho, como a mão, pé, cabelo e a boca. Esses ambientes foram os mesmos que eles indicaram em suas hipóteses. A seguir, com o auxílio da professora/pesquisadora prepararam os recipientes para colocar as amostras coletadas.

Os recipientes utilizados foram as placas de Petri esterilizadas, nas quais foram depositados o caldo nutritivo, ou seja, gelatina sem sabor levemente adocicada, previamente preparado pela professora/pesquisadora. Em cada local de coleta, foi passado um cotonete embebido em solução salina (soro fisiológico) e logo em seguida, depositados nas placas, devidamente identificadas. Para fins de comparação, foi preparada uma amostra controle, ou seja, com o mesmo caldo nutritivo, sem a inoculação de

prováveis microrganismos. O pote controle foi selado e armazenado junto com os outros recipientes, que foram lacradas e guardadas em uma caixa de papelão fechada. Com a inoculação das amostras encerramos a primeira intervenção da atividade investigativa.

A segunda intervenção, após quatro dias, iniciou-se com a reiteração das hipóteses, com intuito de promover o engajamento dos alunos com a atividade proposta. Este primeiro relato delimita as primeiras tentativas de explicar as causas sobre determinada questão, o que leva o aluno a correlacionar o que já sabe sobre o assunto e o que se pode obter ou concluir (Olson & Loucks-Horsley, 2000).

A seguir, os estudantes foram orientados a observar e analisar as suas evidências. Foram colocadas as amostras sob a bancada, para que todos pudessem visualizá-las e descrevessem, oralmente, as prováveis mudanças que ocorreram durante o período de proliferação dos microrganismos. É a partir dos testes experimentais, que os alunos têm a possibilidade de verificar se as suas hipóteses foram confirmadas ou não.

A terceira intervenção caracterizou a finalização do experimento, através da explicação e conclusão da investigação. Nesta etapa, o professor forneceu textos para que os estudantes pudessem pesquisar e embasar suas explicações, ao confrontarem suas hipóteses e os dados obtidos, com o material científico ofertado. Os alunos ao elaborarem a conclusão e comunicarem oralmente seus resultados, demonstraram a habilidade de comparar informações, fazendo a conexão entre o saber científico e as evidências coletadas.

Para a análise da construção do argumento foi utilizado o modelo Padrão de Argumentação TAP (Toulmin's Argument Pattern), proposto por Toulmin (2006), que consiste na relação entre o fato (problema) ou dado até a sua conclusão, ou seja, a racionalidade do argumento (Nascimento & Vieira, 2008).

Em relação ao aspecto semântico, este foi analisado contextualmente, observando-se a habilidade dialógica e narrativo-discursiva, no processo de formalização do argumento científico, tendo em vista as pesquisas de Pires de Oliveira (2001), Befi-Lopes e Takiuchi (2000), Brito e Taitson (2005) e no que tange a apropriação do vocabulário científico, os estudos de Carvalho (2013). Já para a análise da habilidade pragmática, foram considerados os pressupostos teóricos de Sternberg (2013) que aborda o aspecto interativo da comunicação, no que trata os atos de fala, preconizados por Searle (1975).

As produções linguísticas dos oito participantes foram registradas e organizadas em turnos, respeitando cada etapa da proposta de investigação, ou seja, a formulação das hipóteses frente o problema proposto, a observação e análise das evidências e, por fim, a explicação dos resultados do experimento.

Apresentação e análise dos dados

Para identificar os participantes envolvidos neste estudo, e mantê-los em anonimato, foram escolhidas letras maiúsculas evidenciando a fala dos alunos e a intervenção da professora/pesquisadora. Os estudantes foram identificados pelas letras A.E, A.B, A.L, A.LF, A.D, A.M, A.L e A.R respectivamente, enquanto à professora/pesquisadora foi agregado a letra P e a sua fala constou em negrito. Em síntese foi registrada a comunicação dos alunos em três quadros, denominados quadro de Relatos (R), a saber: Relato da hipótese inicial (R.1); Relato das evidências (R.2); Relato da conclusão e resolução da situação problema (R.3).

A análise foi realizada em três etapas. A primeira referente às explicações hipotéticas (R.1) dos alunos frente ao problema apresentado. A segunda, relativa às observações das evidências, após a realização dos testes (R.2) e finalmente a terceira etapa, na qual se registrou o relato da conclusão do experimento (R.3). Nesta etapa os alunos argumentaram as suas conclusões, possibilitando averiguar

as funções linguísticas e comunicativas inerentes à linguagem oral, objeto de estudo desta pesquisa. Abaixo, seguem os quadros que relacionam as etapas investigativas e relatos comunicativos para o problema proposto.

Para a elaboração das hipóteses foi necessário a mediação da professora/pesquisadora, fazendo perguntas, para que os alunos conseguissem completar seu raciocínio preliminar. O questionamento forneceu pistas que os levaram a evocar seus conhecimentos prévios.

A princípio os alunos não se detiveram em maiores detalhes, apenas responderam ao que foi perguntado. As frases curtas e o vocabulário restrito, não retrataram as respostas adequadamente. Observou-se que apesar do grupo interagir entre si, completando ou dando sentido a palavra um do outro, fica claro

a dificuldade em formular explicações estruturadas, no que se refere aos aspectos semânticos e pragmáticos da linguagem oral. As produções são evasivas, diretas, ou seja, a palavra exprime o significado de uma frase, de um todo, como exemplificados nas verbalizações dos alunos, relacionados nos turno I. Tal situação nos permite apontar, tendo como base os estudos de Sasseron (2013), que os alunos não participaram da atividade, como o esperado, talvez pelo fato de não estarem familiarizados com a metodologia de ensino por investigação, assim como, o provável desconhecimento das terminologias inerentes ao assunto abordado.

Tendo em vista, a produção verbal limitada, a professora/pesquisadora continuou a questioná-los, fornecendo pistas, referentes ao conteúdo em questão, a fim de que pudessem fazer conexão entre a pergunta e o que conheciam a respeito dos

Quadro 1. Relato das hipóteses iniciais (Resposta 1).

| |
|--|
| Problema 1- Os microrganismos existem em qualquer parte do ambiente? Qual parte do nosso corpo poderia existir microrganismos? (1ª intervenção) Turno I |
| A.R- Na mão (colega) é que mais tem. |
| A.E- No coração, nos órgãos, testa ...boca, pés |
| A.L- No banheiro. |
| A.D- Nos órgãos, pés, joelhos, cabelo. |
| A.LF- Boca, mão |
| P- Por quê? Turno II |
| A.E- Espirra na mão e cumprimenta o outro com a mão microbilizada. |
| A.R e B- Pelos lugares que a gente toca. |
| A.M- Eu vou respirar e vai ficar tudo nos pelos do nariz. |
| A.D. – Não limpa bem a mão... falta de higiene... |
| P-Aqui na escola, onde poderia ter mais microrganismos? Turno III |
| A.E- Não limpam bem a mesa, passa pano mal passado... deixa comida lá... e os micróbios vão lá dentro por que sabem que tem um monte de comida lá. |
| A.R- No bebedouro, por causa das bactérias na nossa saliva. |
| A.M- O pessoal passa pano por cima e não tira a sujeira direito, fica comida lá. |
| P- E no nosso corpo, como a gente explica? Turno IV |
| A.E- Esfrega e não sai... e os micróbios vão lá dentro por que sabem que tem um monte de comida lá. Vai que uma pessoa tá com uma doença e vai espalhando... |
| A.R – Principalmente quem usa aparelho. |

Fonte: Suzuki, W. H. P. S., 2016.

microrganismos. Os alunos foram orientados por ela a discutirem entre si, buscando informações que os auxiliassem na busca por possíveis respostas às alegações. Assim, conforme os estudantes foram atribuindo características a esses seres, começaram a relacioná-los com o ambiente, ponderando sobre a relação saúde doença.

Nos turnos II, III IV e V, observa-se a pequena mudança na qualidade de resposta, apresentada pelo grupo, no que tange ao aspecto semântico da linguagem oral. Os estudantes tentam empregar mais vocábulos a sua expressão linguística, procurando associar o tema chave (microrganismo) aos fatores nutrição e reprodução aos seres vivos em estudo, como destacado nas transcrições: "AE- *Espira na mão e cumprimenta o outro com a mão microbilizada*"; "AR- *No bebedouro, por causa das bactérias na nossa saliva.*"; "AE- *Esfrega e não sai... e os micróbios vão lá dentro por que sabem que tem um monte de comida lá. Vai que uma pessoa tá com uma doença e vai espalhando...*"; "A. D. – *Não limpa bem a mão... falta de higiene...*."

Quanto ao aspecto pragmático, segundo Sterberg (2013), considerando a habilidade comunicativa da linguagem, foram encontrados apenas o Ato de Fala representativo, nas verbalizações dos alunos A.E., A.R., AD e A.M., ao transmitirem a crença sobre a origem, manutenção e proliferação dos

seres vivos em determinados locais do ambiente e do corpo, representados abaixo nos turnos II, III e IV.

Em relação ao argumento, no turno I, os alunos citaram apenas os dados, não utilizando outros referenciais que estruturassem a alegação, portanto, não construíram nenhuma explicação. No turno II, já é possível observar nas transcrições dos alunos A.E. e AM, a presença de elementos fundamentais para a construção do argumento, porém a explicação oferecida não reflete a organização do pensamento, requerida para um argumento completo. Isto significa que empregam apenas os dados e finalizam as suas alegações, sem qualificações e garantias, não oferecendo validade ao argumento, segundo a estrutura proposta por Toulmin (2006). Os elementos estruturais como as garantias e em uma única situação, o conhecimento básico, são visualizadas apenas nos turnos III e IV, nas produções dos alunos AE e AM como podemos observar no quadro abaixo.

Para dar continuidade à segunda etapa de intervenção, conforme mencionado na metodologia, os alunos foram orientados a observar as placas de Petri com as culturas e relatar as evidências que observaram. Percebeu-se grande motivação e interesse em visualizá-las, demonstraram curiosidade e logo iniciaram suas discussões sobre o que estava acontecendo com as amostras. As transcrições foram classificadas como turno V.

Quadro 2. Primeira intervenção, descrição dos Atos de Fala.

| ATOS DE FALA | DESCRIÇÃO (produção linguística do aluno) |
|----------------|--|
| Representativo | <i>A.E.- Espira na mão e cumprimenta o outro com a Mão microbilizada.</i> <i>A D. – Não limpa bem a mão... falta de higiene...</i> |
| Representativo | <i>A.R.- No bebedouro, por causa das bactérias na nossa saliva.</i> <i>A.E.- Não limpam bem a mesa, passa pano mal passado, deixa comida lá ... e os micróbios vão lá dentro por que sabem que tem um monte de comida lá.</i> <i>AM.- O pessoal passa o pano por cima e não tira a sujeira direito, fica comida.</i> |
| Representativo | <i>AE- Esfrega e não sai... e os micróbios vão lá dentro por que sabem que tem um monte de comida lá. Vai que uma pessoa tá com uma doença e vai espalhando...</i> |

Fonte: Suzuki, W. H. P. S., 2016.

Quadro 3. Primeira intervenção, análise da estrutura do argumento.

| Turno | Transcrição | Elemento estrutural- Modelo de Toulmin |
|-------|---|---|
| I | A.R. – <i>na mão (colega) é que mais tem.</i> | Dados |
| I | A.D- <i>Nos órgãos, pés, joelhos, cabelo.</i> | Dados |
| I | A. L – <i>No banheiro.</i> | Dados |
| I | A.E- <i>No coração, nos órgãos, testa ...boca, pés</i> | Dados |
| I | A.LF- <i>Boca, mão</i> | Dados |
| II | A.E- <i>Espirra na mão e cumprimenta o outro com a mão microbilizada.</i> | Dados (<i>espirra na mão</i>); Conclusão (<i>assim-cumprimenta o outro com a mão microbilizada</i>). |
| II | A.M- <i>Eu vou respirar e vai ficar tudo nos pelos do nariz.</i> | Dados (<i>eu vou respirar</i>); Conclusão (<i>portanto-vai ficar tudo nos pelos do nariz</i>). |
| III | A.E- <i>Não limpam bem a mesa, passa pano mal passado... deixa comida lá... e os micróbios vão lá dentro por que sabem que tem um monte de comida lá.</i> | Dados (<i>Não limpam bem a mesa</i>); Garantias (<i>passa pano mal passado... deixa comida lá...</i>); Conclusão (<i>os micróbios vão lá dentro por que sabem que tem um monte de comida lá.</i>) |
| III | A.R- <i>No bebedouro, por causa das bactérias na nossa saliva.</i> | Dado (<i>No bebedouro</i>); Conclusão (<i>, por causa das bactérias na nossa saliva.</i>). |
| IV | A.E- <i>Esfrega e não sai... e os micróbios vão lá dentro por que sabem que tem um monte de comida lá. Vai que uma pessoa tá com uma doença e vai espalhando...</i> | Dados (<i>Esfrega e não sai...</i>); Garantia (<i>e os micróbios vão lá dentro</i>); Conclusão (<i>por que sabem que tem um monte de comida lá</i>); Conhecimento básico (<i>Vai que uma pessoa tá com uma doença e vai espalhando...</i>). |

Fonte: Suzuki, W. H. P. S., 2016.

Quadro 4. Relato das evidências (R2), transcrições do turno V.

| Transcrições |
|--|
| A. M.- <i>Nas partes que são públicas tem mais, porque vão passando germes e germes e eles vão ficando mais fortes. Daí, tipo na boca, se eu cuidar bem, daí quase não tem germes.</i> |
| A. E. – <i>O vaso foi o mais sujo, porque é lá que o ser humano deposita a pior parte...é quando ele come uma comida o organismo vai filtrando, é lá que fica a parte ruim.</i> |
| A. D.- <i>Os locais públicos que bastante gente usa fica com mais microrganismos, diferente das partes do corpo que tipo, que é só que você tem contato, sua mão. É diferente quando muitas pessoas usam, algumas pessoas fazem higiene desses locais diariamente.</i> |
| A. L.- <i>Que os lugares mais públicos, que as pessoas mais usam, na escola, como o vaso e a pia, as bactérias e os microrganismos ficam mais localizados lá. A boca foi dito que era um dos lugares que mais tinham, foi diferente, por causa se a boca se cuidar, ficar bem tratado, tem menos. O pé ficou mais ou menos e o pé também ficou mais ou menos, o que ficou com mais microrganismo foram a pia e o vaso.</i> |
| A.B.- <i>Na pia eu acho que fica assim, porque a gente vai lavando a mão e as bactérias vão saindo e ficando nos cantinhos.</i> |
| A.B. – <i>No cabelo, se deixar água parada pode dar bactéria. Mesmo secando no secador, fica úmido e pode dar bactéria.</i> |
| A.R.- <i>Por que fica esse cheiro? Aqui nesse pote não tem pontinhos, mas tem esse cheiro.</i> |
| A. L – <i>O cheiro é do caldo de carne e da gelatina.</i> |

Fonte: Suzuki, W. H. P. S., 2016.

Neste turno, os alunos L, D. e E., apresentaram discursos coerentes com a etapa da ação investigativa. Nota-se que discorreram sobre suas evidências, tentando formular explicações a respeito das prováveis causas que levaram à multiplicação dos microrganismos nos locais escolhidos. Neste contexto, os alunos atribuíram novos significados ao seu repertório linguístico, associando o que observaram com os valores semânticos que apropriaram no decorrer da aprendizagem. Vocábulos, como *colônia*, *germes* e *fungos*, pontuaram a ligação entre compreensão e uso de novos conceitos a linguagem expressiva dos mesmos. Isso demonstra o gradual aprimoramento do aspecto semântico, referido pelos pesquisadores Pires de Oliveira (2001), Befi-Lopes e Takiuchi (2000), Brito e Taitson (2005), como essencial para a comunicação significativa e ao uso adequado da linguagem no processo comunicativo.

Quanto ao aspecto pragmático, os atos de fala, representativo, empregados pelos alunos E., D. e L, e declarativo, utilizados por M. e, novamente, L, evidenciaram a forma como utilizam a sua linguagem para afirmar suas hipóteses, referenciando conceitos que se estruturam a medida que compartilham suas informações durante os debates que ocorrem no grupo. Carvalho (2013) aponta que a facilidade de expor as ideias entre colegas, em uma discussão, possibilita a construção do conhecimento, considerando que as características semelhantes de desenvolvimento intelectual facilitam a comunicação.

No entanto, a aluna R., usa a sua fala para expressar uma diretiva, isto é, busca informações, através de uma pergunta para solucionar o dado observado. Sternberg (2013) cita que a sentença estruturada em forma de pergunta, provavelmente possui função diretiva, supondo-se que a forma de expressão leve o outro a prestar esclarecimento ou ajuda na resolução da questão. Tal fato confirma-se na resposta obtida com a diretiva, como mostra a

transcrição. Pergunta: "AR.- *Por que fica esse cheiro? Aqui nesse pote não tem pontinhos, mas tem esse cheiro (aluna se refere ao pote de controle)*"; resposta: A.L- *O cheiro é do caldo de carne e da gelatina.*

Estruturalmente, no turno V, podemos observar o aprimoramento da organização e síntese de pensamento de determinados alunos. Mesmo tendo erros de ordem sintática, a expressão toma proporções mais coerentes, e facilitam a compreensão do ouvinte a respeito do problema a que se busca resolver. Verificam-se elementos estruturais, além dos qualificadores, os refutadores (R) e os conhecimentos básicos (B), que representam o entendimento por parte do aluno e a busca por explicações mais detalhadas sobre as evidências coletas. Segundo Valle e Motokane (2000, p.8) "a presença de refutadores, assim como a de qualificadores indica em geral um maior domínio do sujeito sobre o assunto tratado na questão, pois nesse caso além de justificá-la, ele é capaz de explicitar em que condições tal conclusão não tenha validade".

Os argumentos proferidos pelos alunos M., E., D., L e B., no turno V, foram destacados abaixo, por apresentarem novos elementos que os tornaram estruturalmente mais qualificados, segundo o padrão proposto por Toulmin. Observa-se que o aluno M. apresenta, além dos dados, garantia e conclusão, o qualificador e o refutador, enquanto os alunos D. e L utilizam todos os elementos estruturais, como o qualificador, refutador e o conhecimento básico. A presença de qualificadores e elementos que apoiem as justificativas, como o conhecimento básico, vistos também nos argumentos dos alunos E. e B., segundo Valle e Motokane (2000) indicam em geral um maior domínio dos sujeitos sobre o assunto proposto no problema, pois além de justificá-lo, são capazes de explicitar em que condições tal asserção tenha validade e possam concluí-lo, com argumentos eficientes.

Aluno M:

Nas partes que são públicas (Dado) _____ → *provavelmente* tem mais (Q), *assim, vão*

↓ passando germes e germes (C).

Já que ↓

Vão ficando mais fortes *A menos que*
(W) se eu cuidar bem, daí quase
não tem germes.(R)

Aluno E.

O vaso foi o mais sujo (Dado) _____ → *provavelmente*
o mais sujo (Q), *portanto*, é lá que o ser

↓ humano deposita a pior parte (C).

Já que (W)

O organismo vai filtrando o que come

↓
Por conta de que (B)
É lá que fica a parte ruim

Aluno D.

Os locais públicos (Dado) _____ → *provavelmente*
fica com mais microrganismos (Q), *portanto*,
diferente das partes do corpo, que só você

↓ tem contato.(C) ↓

Já que (W) *A menos que* (R)
É só você que tem contato, tipo a boca façam hi-
giene

↓ diariamente.

Por conta de que (B)
É diferente quando muitas pessoas usam

Aluno L

Os lugares mais públicos
(Dados) _____ → *provavelmente*, as pessoas usam
mais (Q), *assim*, os microrganismos se localizam
lá.(C)

↓

Desde que (W)

O vaso e a pia as pessoas usam mais

↓

Por conta que (B)

a pia e o vaso ficaram com mais microrganismos.

Ainda...

A boca (Dado) _____ → *provavelmente*, o lugar
que mais tinha (Q), *portanto*, foi diferente (C).

↓

A menos que (R)

Que se cuidar, ficar bem tratado, terá menos.

Aluno B.

No cabelo (Dado) _____ → *provavelmente*,
se deixar água parada (Q), *portanto*,
↓ pode dar bactéria (C).

Já que (W)

Mesmo secando no secador fica úmido

↓

Por conta que (B)

Pode dar bactéria.

No terceiro dia de intervenção, que correspondeu à terceira etapa investigativa, classificada como turno VI, o grupo recebeu um texto contendo informações sobre os microrganismos, como recurso

científico, que serviu de apoio para a formalização das explicações finais. Esta etapa correspondeu ao encerramento da atividade investigativa, na qual os educandos apenas verbalizaram as suas conclusões,

Quadro 5. Relato da Conclusão do Experimento (R3) -Análise da estrutura do argumento e descrição dos Atos de Fala.

| Transcrição | Estrutura do argumento, segundo Toulmin | Pragmático Atos de Fala |
|---|---|-------------------------|
| A.LF- Em qualquer lugar pode ter microrganismo, só precisa ter alimento para se reproduzir, como em qualquer lugar dessa mesa, por exemplo, em nosso cabelo em nossas mãos, em todo lugar. São os fungos, as bactérias e muitos outros. | Dados (Em qualquer lugar pode ter microrganismo); Garantia (já que- só precisa ter alimento para se reproduzir); Qualificador (como em qualquer lugar dessa mesa); Conclusão (portanto- em nosso cabelo em nossas mãos, em todo lugar); Conhecimento Básico (São os fungos, as bactérias e muitos outros.). | Declarativo |
| A.E- Os microrganismos se multiplicam no lugar onde habitam, retirando toda comida, principalmente na pele humana. Tem alguns nocivos que provocam doenças e outros não, como os anticorpos. | Dados (Os microrganismos se multiplicam no lugar onde habitam); Garantia (já que - retirando toda comida); Qualificador (principalmente); Conclusão (portanto- na pele humana.); Conhecimento Básico (por conta de- alguns nocivos que provocam doenças); Refutação (a menos que- outros não, como os anticorpos). | Representativo |
| A.D- E eles se reproduzem muito rápido. Nós não podemos ver eles, em qualquer lugar que a gente relar pode pegar, então pode prejudicar o ser humano, todo lugar tem, alguns mais que os outros, dependendo do lugar... lugar público. Lugar menos usado ou mais cuidado, como as partes do corpo tem menos microrganismos nocivos. | Dados (E eles se reproduzem muito rápido); Garantias (Nós não podemos ver eles, em qualquer lugar que a gente relar pode pegar); Qualificador (presumivelmente- Nós não podemos ver eles); Conclusão (então –termo modal- pode prejudicar o ser humano, todo lugar tem, alguns mais que os outros); Conhecimento básico (dependendo do lugar... lugar público); Refutação (a menos que- Lugar menos usado ou mais cuidado, como as partes do corpo tem menos microrganismos nocivos). | Declarativo |
| A.M- Eles se reproduzem rápido.... Meu avô come a carne do osso e o usa como apoio em vez da faca.... fica com a mão engordurada e ele só dá uma lavadinha e fica muita bactéria ali.... | Dados (Eles se reproduzem rápido); Garantia (já que- Meu avô come a carne do osso e o usa como apoio em vez da faca....); Conclusão (portanto- fica com a mão engordurada); Conhecimento básico (por conta de- ele só dá uma lavadinha e fica muita bactéria ali....). | Representativo |
| A.L- E nesses lugares que tem bastante alimento elas conseguem se reproduzir com facilidade, como o vaso, pia, cabelo, mão, pé. O cheiro ruim de suor indica que as bactérias estão ali. | Dado (E nesses lugares que tem bastante alimento elas conseguem se reproduzir). Qualificador (com facilidade); Conclusão (assim- como o vaso, pia, cabelo, mão, pé); Conhecimento básico (O cheiro ruim de suor indica que as bactérias estão ali). | Representativo |
| A.R- Os fungos absorvem o alimento que estão nos ambientes e se reproduzem. No vaso, por exemplo, as bactérias se alimentam da sujeira que tem ali e se reproduzem. | Dado (Os fungos absorvem o alimento que estão nos ambientes); Conclusão (portanto- se reproduzem); Dado (No vaso); Garantia (já que- as bactérias se alimentam da sujeira que tem ali); Conclusão (portanto- se reproduzem.). | Representativo |

Fonte: Suzuki, W. H. P. S., 2016.

argumentando sobre as hipóteses iniciais, ou seja, confirmando ou não sobre o local de maior concentração de microrganismos no ambiente e no corpo humano. Para melhor visualização da produção linguística dos seis estudantes que se propuseram a comentar seus resultados, organizamos um quadro que contemplou a transcrição das verbalizações, bem como a análise do argumento e do aspecto pragmático, no que tange os Atos de Fala.

Conforme as análises das transcrições, podemos verificar o uso de elementos estruturais que remetem aos dados, garantias, refutações, conhecimento básico e conclusão, proposto por Toulmin (2006), nos argumentos proferidos pelos alunos D. e E. Tais aspectos representam a mudança da linguagem cotidiana para a científica, isto é, a linguagem argumentativa que estrutura-se no decorrer da apropriação de palavras dotadas de valores científicos, como afirma Carvalho (2013).

Durante esta intervenção, foi possível observar o emprego de termos significativos ao conteúdo trabalhado, revelando a apropriação de novos conhecimentos. Valores semânticos foram atribuídos à expressão linguística dos alunos. Desta forma conseguiram relatar suas evidências elucidando-as com mais detalhes e propondo explicações plausíveis, com uso de vocábulos inerentes ao conhecimento científico específico ao tema trabalhado, ou seja, os microrganismos.

Pires de Oliveira (2001) argumenta que a construção dos significados que são assimilados ao longo das experiências dos indivíduos, são frutos da capacidade cognitiva em geral, que proporciona a elaboração de sentenças que refletem o aprimoramento dos aspectos da linguagem, dando-lhe consistência.

Observa-se ainda, que os educandos L, L.F., R e M., apesar de não utilizarem todos os elementos estruturais requeridos no argumento válido, verbalizaram explicações com coerência e síntese de ideias, ao empregarem, também, termos com significados

científicos. De modo geral, averiguamos que o grupo apresentou bom desempenho na realização da atividade, propondo suas explicações, utilizando os elementos fundamentais que foram além dos dados à conclusão, ou seja, apropriando-se dos qualificadores e das garantias, oportunizaram maior qualidade aos discursos.

Considerações finais

É por intermédio da linguagem que o pensamento do aprendiz é revelado. A palavra torna clara o que o outro pensa, é através dela que o diálogo flui. Expor opiniões e ideias é habilidade proveniente da competência comunicativa da linguagem. O argumento se desenvolve à medida que o sujeito adquire novos conhecimentos, enriquecendo seu vocabulário e enculturando-se cientificamente. A escola por meio do ensino organizado e inovador promove a aprendizagem dos conhecimentos científicos, ao utilizar metodologias de ensino que favorecem a alfabetização científica.

O professor, engajado com a aprendizagem de seus alunos, torna-se mediador do conhecimento ao proporcionar situações que os levem a pesquisar e questionar uns aos outros, debatendo e propondo respostas, embasadas em fatos. Outro aspecto que é atribuído ao papel do professor, é a motivação, pois é por meio dela que os sujeitos são instigados a continuar a busca por novas aquisições e a ampliarem seus conhecimentos. Assim, ao gerar oportunidades que provoquem a compreensão, assimilação de conceitos e a relação entre os fatos e ideias, favorecem o desenvolvimento de cidadãos críticos, capazes de analisar dados e defender suas alegações.

A Ciência apresenta linguagem própria e a construção do argumento deve ser estimulada à medida que os aspectos semânticos e pragmáticos que compõem a comunicação oral são trabalhados em sala de aula, com intuito de promover a apropriação efetiva da cultura científica em um ensino de qualidade (Valle e Motokane, 2009). A análise da expressão

linguística dos estudantes que participaram deste estudo evidenciou o aprimoramento gradativo, das funções linguísticas que estruturam o discurso eficiente. Verifica-se que a aprendizagem de novos conceitos e a utilização destes na construção do argumento, resultou no uso da linguagem de forma positiva, qualificando o discurso dos educandos.

É importante apontar a gradual melhora na qualidade de respostas, no que se refere à organização e estrutura de linguagem, tornando-a clara e eficiente. Os alunos apresentaram, a princípio, verbalizações pouco estruturadas e diretas. No decorrer desta atividade, já foi possível averiguar o emprego de termos que propuseram significação ao conteúdo trabalhado, revelando a apropriação de novos conhecimentos. Valores semânticos foram atribuídos à expressão linguística dos educandos, desta forma, conseguiram relatar suas evidências, elucidando com mais detalhes as suas observações a respeito dos microrganismos e propor explicações plausíveis, com o uso de vocábulos inerentes ao conhecimento científico.

A relação semântica conceito-significado pôde ser verificado também, nos argumentos dos alunos E., D. e L, que apresentaram todos os elementos estruturais apontados por Toulmin (2006), para um argumento válido, ou seja, a presença, além dos dados e conclusões, as garantias, qualificadores, conhecimento básico e refutadores. É válido ressaltar que os demais alunos, como, L.F., M. e B., apesar de não utilizarem todos os elementos requeridos por Toulmin, como os refutadores, em suas produções, pode-se observar que suas explicações demonstram coerência e sintetizaram as ideias de forma clara.

Quanto ao aspecto pragmático, podemos salientar a presença dos atos de fala representativo, declarativo e diretivo, sendo que o representativo foi o ato mais utilizado nas verbalizações dos estudantes, seguido do ato declarativo, enquanto o diretivo só foi emitido na fala do aluno R.

Numa proposta de ensino que a investigação seja o enfoque, o aluno é levado a desprender-se da situação de mero observador, precisando interagir, contribuir e por fim argumentar, questionando e ou afirmando sobre os resultados do seu trabalho. Com isso, afirma Azevedo (2004), deixa de ser um receptor de conceitos, mas um sujeito que tem possibilidades de desenvolver habilidades, como a interpretação, análise de dados e essencialmente a argumentação.

O ensino por investigação demonstra ser a tônica para despertar o interesse do educando para a aprendizagem e principalmente para o desenvolvimento da habilidade argumentativa da linguagem oral, favorecendo a apropriação do saber científico, através da experiência em elaborar novos raciocínios, verbalizar suas ações e hipóteses, relatar seus resultados, trocar ideias, justificá-las e sustentá-las em um discurso, assim como ter possibilidade de aprimorar os aspectos linguísticos que qualificam o discurso elaborado. Desta forma, podemos considerar que por meio desta metodologia, a comunicação dos alunos, de forma geral, envolvidos nesta abordagem, apresentou traços significativos de aprimoramento das funções semânticas e pragmáticas da linguagem oral.

Referências

- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In Carvalho, A. M. P. (Orgs.). **Ensino de ciências: Unindo a pesquisa e a prática**, pp. 19-33. São Paulo: Cengage Learning, 2004.
- BEFI-LOPES, D. M.; Takiuchi, N. Avaliação da maturidade simbólica nas alterações do desenvolvimento da linguagem. **Jornal Brasileiro de Fonoaudiologia**, 1(3), 6-15, 2000.
- BRICCIA, V. Sobre a natureza da Ciência e o ensino. In Carvalho, A. M. P. (Orgs.). **Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**, pp. 111-125. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

- BRITO, D. B. O.; TAITSON, P. F. Aquisição e desenvolvimento da linguagem oral. In Britto, A.T.B. (Orgs). **Livro de Fonoaudiologia**, pp. 194-196. São José dos Campos: Pulso, 2005.
- CAMPOS, M. C. C.; Nigro, R. G. **Didática de ciências: O ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 2009.
- CAPECCHI, M. C. de M.; CARVALHO, A. M. P. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. **Investigação em Ensino de Ciências**, 5(3), 171-189, 2000.
- CARVALHO, A. M. P. Habilidades de professores para promover a enculturação científica: **Revista Contexto e Educação**, 22(77), 25-49, 2007.
- _____. O ensino de ciências e a proposição de seqüências de ensino investigativas. In Carvalho, A. M. P. (Orgs.). **Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**, pp. 1-19. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- COLL, C.; MARTÍ, E. Aprendizagem e desenvolvimento: a concepção genético-cognitiva da aprendizagem. In Coll, C. (Orgs.). **Desenvolvimento psicológico e educação: Psicologia da educação escolar**, Vol. 2, pp. 25-58. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- FERNANDES, F. D. M. Os atrasos de aquisição de linguagem. In Goldfeld, M. (Org.). **Fundamentos em fonoaudiologia: linguagem**, pp. 23-36. Rio de Janeiro: Guanabara-koogan, 1998.
- LURIA, A. R. **Pensamento e linguagem: as últimas conferências de Luria**. Porto Alegre: Artmed, 1986.
- MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: Em que estamos de acordo? **Revista Ensaio**, 9(1), 72-89, 2007.
- NASCIMENTO, S. S.; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 8(2), 1-20, 2008.
- OLSON, S.; LOUCKS-HORSLEY, S. **Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning**. Washington: National Research Council, 2000.
- PIRES DE OLIVEIRA, R. Semântica. In Mussalim, F. e Bentes, A. C. (Orgs). **Introdução à linguística 2: domínios e fronteiras**, pp. 17-42. São Paulo: Cortez, 2001.
- SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: O papel do professor. In Carvalho, A. M. P. (Orgs.). **Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**, pp. 41-60. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- _____. **Alfabetização científica no ensino fundamental – Estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- SHAFFER, D. R.; KIPP, K. **Psicologia do desenvolvimento: Infância e adolescência**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- STERNBERG, R. J. Linguagem no contexto. In Sternberg, R. J. **Psicologia cognitiva**, pp. 360-365. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. **A argumentação em uma atividade experimental investigativa no ensino médio de química**. Trabalho apresentado no Sétimo Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, ENPEC, Florianópolis, 2009. Disponível em: posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/222.pdf
- SUZUKI, W. H. P. S. **O desenvolvimento do argumento e o aprimoramento dos aspectos semânticos e pragmáticos da linguagem oral, mediante o ensino por investigação**. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias). Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2016.
- TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- VALLE, M. G.; MOTOKANE, M. T. **A argumentação na produção escrita de professores de Ciências e o ensino de genética**. Trabalho apresentado no Sétimo Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, ENPEC, Florianópolis, 2009. Disponível em: posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/527.pdf

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ZOMPERO, A. F.; Sampaio, H. R.; Laburú, C. E.; Gonçalves, C. E. S. Atividades investigativas na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa: Uma aplicação no ensino fundamental com a utilização de tabelas nutricionais. **Revista Góndola Enseñanza**

y Aprendizaje de las Ciencias, 9(2) 10-21, 2014.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C.E. Significados de fotossíntese produzidos por alunos do ensino fundamental a partir de conexões estabelecidas entre atividade investigativa e multimodos de representação. REEC. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, p. 242-266, 2014.





O USO DE PRESSUPOSTOS TEÓRICOS DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ESTUDO ACERCA DE ANÁLISE COMBINATÓRIA

The use of theoretical assumptions of the theory of meaningful learning in the study about análise combinatory

Wanderley Pivatto Brum¹
Isabel Regine Depiné Poffo²

Para citar como este artículo: Brum, W.P. y Poffo I.R.D. (2016). O uso de pressupostos teóricos da teoria da aprendizagem significativa no estudo acerca de análise combinatória. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 11(1), 117-127. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a8

Recibido: 19 de octubre 2015 / Aceptado: 24 de junio de 2016

Resumo

Neste trabalho, apresentamos os resultados obtidos ao analisar as práticas matemáticas de um grupo de professores em exercício durante uma formação continuada a respeito de exercícios sobre análise combinatória. Essa análise exemplifica o uso e os alcances de alguns pressupostos no campo da Teoria da Aprendizagem Significativa, como hierarquização, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Diante das discussões dos resultados, evidenciou-se tanto uma conexão entre os distintos significados de análise combinatória e suas ramificações, bem como a necessidade de potencializar a aprendizagem sobre tal tema em sala de aula. Essa aprendizagem pode ocorrer mediante atividades contributivas para o uso de objetos matemáticos, seus significados denotativos e a apreciação idiossincrática na solução de exercícios matemáticos.

Palabras claves: ensino de matemática, formação de professores, aprendizagem significativa, análise combinatória.

1. Doutorando em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, UTFPR, Brasil. ufsc2013@yahoo.com.br.
2. Mestre em Engenharia Ambiental - UFSC, BRASIL. Faculdade Avantis de Ensino. direcao@avantis.edu.br.

Abstract

We present in this article the results obtained to analyze the mathematical practices of a group of teachers in exercise about continued formation the respect combination analysis. This analysis illustrates the use and the ranges of some assumptions, such as hierarchy, progressive differentiation and integrative reconciliation, provided by the Theory of Meaningful Learning. The discussions about results of the analysis showed both a connection between the different meanings of combination analysis, as well as the need to enhance the process of learning about this topic in classroom. This learning can occur through activities that contribute the use of mathematical objects, their meanings denotative and appreciation idiosyncratic in the solution of mathematical exercises.

Keywords: teaching of mathematics, training of teachers, meaningful learning, combination analysis.

Introdução

Em linhas gerais, as características apresentadas por professores de Matemática em exercício sobre o conceito de análise combinatória e suas ramificações evoca como tema investigado por diversos pesquisadores em Educação Matemática, desde as questões teóricas até sua compreensão estrutural (Barbosa; Magina, 2014), (Couturier; Pazmiño-Mají, 2014), (Correia, Fernandes, 2014) (Brum; Silva, 2014) entre outros. Também tem sido objeto de investigação os conhecimentos dos professores para o ensino de análise combinatória (Lopes; Rezende, 2010), (Cazorla; Gusmão; Kataoka, 2011), entre outros. No entanto, incipientes são as investigações centradas no professor e sua relação com a aprendizagem de análise combinatória vislumbradas em cursos de formação. Alguns desses poucos trabalhos encontram-se fincados na atenção dos professores em formação e outros em exercício, a fim de interpretar e, conseqüentemente, atribuir significados aos conceitos denotativos, ou seja, aqueles aceitos por uma comunidade de usuários.

No artigo apresentamos os resultados de modo parcial, porém relevantes, de uma investigação mais ampla, com ênfase na Hierarquização, Diferenciação progressiva e Reconciliação integrativa (HDR) referentes aos conceitos de análise combinatória junto a professores de matemática em exercício. A interpretação para (HDR) é sentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003), sendo ampliada as categorias de análise dos conhecimentos do professor de matemática proposta por outros autores (Moreira; Masini, 2009) e, (Moreira, 2010). De maneira pontual, nesse artigo a proposta é o alcance dos seguintes objetivos:

1. Exemplificar por meio do uso da (HDR) conhecimentos sobre análise combinatória com um grupo de professores de Matemática em uma formação continuada.
2. Exemplificar o uso de ferramentas teórico-metodológicas, hierarquização, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa com olhar na Teoria da Aprendizagem Significativa postos em jogo na solução de exercícios que envolvam o uso de elementos no campo da análise combinatória.

3. Descrever, caracterizar e analisar, mediante as construções geométricas e algébricas por parte dos professores em exercício, os conhecimentos apresentados por meio de um questionário elaborado para a discussão nesse artigo. A maneira de organizar as ideias e sua explicitação constituem elementos fundamentais para verificação e reflexão.

Uma vez apresentado os objetivos e sua contextualização de investigação, na seção seguinte elucida-se o marco teórico, os procedimentos metodológicos e a constituição dos sujeitos, os resultados e sua discussão, finalizando com algumas considerações e implicações direcionadas a prática de ensino em Matemática.

A hierarquização, diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (HDR) contempladas na Teoria da Aprendizagem Significativa

Sobre o processo de hierarquização, Ausubel (2003) coloca que os conceitos são representados de forma hierárquica, no qual os mais gerais ficam na parte superior e os mais específicos dispostos hierarquicamente abaixo. Na visão de Leite, Lourenço e Hernandes (2011), é possível a mutação em diferentes etapas da aprendizagem, ou seja, qualquer conceito pode elevar-se à posição superior e continuar mantendo uma relação proposicional significativa com os demais conceitos, sendo o tipo de relação determinada pela estrutura cognitiva de cada indivíduo.

Uma vez que a estrutura cognitiva propriamente dita tende a ser organizada hierarquicamente em relação ao nível de abstração, generalização e abrangência de ideias, a emergência de uma nova estrutura de preposições organizada de modo significativo reflete tipicamente uma relação do novo material à estrutura cognitiva. Já mencionamos que a aprendizagem resulta de um armazenamento

organizado de informações com significado na mente de quem aprende e esse complexo organizado se caracteriza por estrutura cognitiva hierárquica. Ausubel (2003) coloca que a elaboração de conceitos ocorre da melhor maneira quando os elementos mais gerais, mais inclusivos, de um conceito são introduzidos em primeiro lugar e, então, o conceito é progressivamente diferenciado em termos de detalhe e especificidade.

Com relação a diferenciação progressiva, Moreira e Masini (2009) entendem que as ideias mais gerais e mais inclusivas da disciplina devem ser apresentadas no início para somente então, serem progressivamente diferenciadas em termos de especificidade. É mais fácil para o aluno aprender um assunto a partir de um todo mais geral aprendido anteriormente do que chegar a um aspecto geral, partindo da apresentação de conceitos específicos previamente aprendidos, onde ideias mais gerais estão no topo, incorporado por conceitos mais específicos e diferenciados.

Quando os assuntos são programados de acordo com os princípios de diferenciação progressiva, Ausubel (2003) entende que essa ordem de apresentação presumidamente corresponde à sequência natural de aquisição da consciência e sofisticação cognitiva quando o indivíduo é exposto a um corpo de conhecimentos novos ou correlativos a suas experiências. Para Moreira e Masini (2009), as ideias expostas acerca da diferenciação progressiva apresentam duas considerações:

- O caminho para a compreensão de aspectos diferenciados de um todo previamente aprendido, mais inclusivo, é mais natural para o indivíduo do que formular o todo a partir de suas partes diferenciadas previamente aprendidas;
- Num indivíduo, a organização do conteúdo de uma disciplina particular consiste de uma estrutura hierárquica na sua própria mente. As ideias mais complexas ocupam uma posição no topo da estrutura e abrangem proposições

pouco triviais, no qual os conceitos e dados são progressivamente menos inclusivas e mais diferenciadas.

A luz da Teoria da Aprendizagem Significativa, o ensino deve ser planejado não somente para promover a diferenciação progressiva, mas também, para explorar explicitamente relações entre conceitos e ideias, evidenciando similaridades e diferenças significativas, ou seja, promovendo a reconciliação integrativa. Para Ausubel:

Se na diferenciação progressiva, o assunto deve ser programado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e progressivamente diferenciadas, com a introdução de detalhes específicos, na reconciliação integrativa, a programação do material instrucional deve ser feita para explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças além de reconciliar inconsistências reais ou aparentes (Ausubel, 2003, p. 67).

Em alguns casos de aprendizagem significativa e retenção, a principal dificuldade não é a discriminabilidade, mas uma aparente contradição entre ideias estabelecidas na estrutura cognitiva e as novas proposições do material de aprendizagem. Sob essa condição, é possível que o indivíduo afaste as novas ideias como válidas, compartimentalize os conhecimentos e os afaste dos conhecimentos prévios, ou possa realizar uma reconciliação integrativa sob um subordinador mais inclusivo.

A maioria da aprendizagem, retenção e a organização das matérias é hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstração, generalidade e inclusão, de regiões de maior inclusão para as de menor, cada uma delas ligada ao degrau mais acima na hierarquia (Rodrigues, et. al 2014), através de um processo de subsunção de conceitos e de proposições menos inclusivos, bem como características de dados informativos específicos. No entanto, o professor precisa estar atento para promover em aula situações que valorize reconciliações conceituais.

Aspectos metodológicos

A investigação com abordagem qualitativa ocorreu no mês de Março de 2015, durante uma formação continuada com grupo de 7 professores de Matemática em exercício que lecionam no ensino médio em três escolas da rede pública na cidade de Balneário Camboriú, Santa Catarina. O pesquisador, autor desse artigo, forneceu a formação junto aos professores, que por motivos éticos, são representados por P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7. Cabe ressaltar que os professores em nosso estudo são concursados e licenciados em Matemática. A formação continuada ocorreu durante duas semanas e a atividade de analisar as práticas matemáticas acerca do tema análise combinatória realizou-se no penúltimo dia da formação.

É importante frisar que o desenho do questionário é composto por oito exercícios, buscando fundamentalmente, analisar a evolução da Hierarquização, Diferenciação e Reconciliação (HDR) na apresentação do tema análise combinatória. Dessa maneira, os exercícios incluídos no questionário respondem a duas características. Primeiramente, consideramos que os exercícios devem proporcionar informações necessárias sobre o grau de significado atribuído pelo professor a respeito da abordagem de conceitos no campo da análise combinatória. A ideia consiste em colocar itens que ativem distintas sensações para o objeto análise combinatória (contagem, repetição, arranjo, combinação). A segunda característica dos itens selecionados é que responda aos diferentes tipos de manifestações ativadas a partir de processos que potencializem sua externalização sobre análise combinatória: a) interpretação do princípio fundamental de contagem; b) princípio multiplicativo e; c) tradução e simbologia para caracterizar os processos de construção de análise.

Assim, é possível afirmar que o questionário contempla três tipos de exercícios, todos relacionados com o conteúdo matemático:

1. aqueles que podem colocar em jogo o conhecimento denotativo (aqui faz-se referência a resolução de exercícios matemáticos propostos pelo currículo escolar);
2. aqueles que requerem o conhecimento ampliado do conteúdo (generalizar exercícios sobre o conhecimento denotativo ou realizar conexões com objetos matemáticos mais avançados no currículo);
3. aqueles que requerem aspectos da HDR, usando distintas representações e significados acerca do objeto matemático.

Os exercícios selecionados à análise e discussão neste artigo e que apresentamos a seguir, pertencem aos grupos de questões exploradas durante a formação continuada, buscando elucidar a hierarquização, diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa entre os conteúdos abordados na análise combinatória (HDR).

Primeiramente, o exercício 1 (quadro 1), utilizado no trabalho de Brum e Silva (2014) indaga sobre o conhecimento especializado do conteúdo princípio multiplicativo, por meio de diversas representações e justificativas (gráfica, descrição verbal). O conceito princípio multiplicativo na (HDR) é o mais geral, e portanto, no processo de hierarquização é apresentado em primeiro plano. A partir dos significados atribuídos pelos professores em formação, pode-se mobilizar distintas representações acerca desse tema.

Exercício 1: Apresentando o princípio multiplicativo

Um estacionamento possui cinco lugares livres para estacionamento. Três carros pertencentes a Tereza, Carlos e João desejam estacionar nessas vagas livres. De quantas maneiras podem ocupar essas cinco vagas?

Quadro 1. Exercício 1 do questionário HDR – análise combinatória.

Fonte: Do autor, 2015.

O exercício 3 (quadro 2) proporciona informação sobre o conhecimento amplo dos professores acerca de arranjo simples. Além disso, o exercício 2 é um típico problema escolar e potencialmente aproveitável na disciplina de Matemática, requerendo compreensão do objeto contagem por parte dos professores. A solução deste exercício pode ser realizada mediante diferentes métodos, por exemplo, apresentando todos os possíveis números por meio do uso da árvore das possibilidades. Não obstante, o objetivo de apresentar tal exercício como fazemos nesse artigo, é precisamente mostrar que algumas ideias sobre análise combinatória não necessitam de formalismo matemático conhecido, buscando assim a compreensão dos professores em torno do objeto mobilizado.

Exercício 3: Arranjo simples

Quantos números de três algarismos distintos podemos formar com os elementos do conjunto $E = \{1, 2, 3, 4, 5\}$?

(A)20 (B)60 (C)30 (D) 89

Quadro 2. Exercício 3 do questionário HDR – análise combinatória.

Fonte: Do autor, 2015.

O exercício 5 (quadro 3) proporciona informação sobre permutação. O exercício tem como objetivo levar o professor a compreensão da existência de anagramas, entendida como um conjunto de palavras formadas por uma seleção de letras que pode ter ou não significado, embora possa haver por parte dos leitores, alguns questionamentos sobre o processo de construção desses anagramas, a ideia é colocar o professor em estado de mobilização para diferenciar e categorizar os palavras com e sem significado, facilmente perceptível e aplicável tanto no ensino fundamental como médio.

O exercício 7 (quadro 4) trata sobre o tema combinação simples. O objetivo é proporcionar

ao professor de Matemática melhor compreensão no processo de resolução de exercícios que envolvam ideias sobre combinação simples. Também busca-se proporcionar situações que diferenciam de problemas de arranjo simples e permutação, reconciliando com as ideias de princípio fundamental da contagem.

Exercício 5: Permutação

Quantos anagramas, que começam e terminam com consoantes, podemos formar a partir da

palavra TRAPO?

(A) 36 (B) 42 (C) 44 (D) 54 (E) 58

Quadro 3. Exercício 5 do questionário HDR – análise combinatória.

Fonte: Do autor, 2015.

Exercício 7: Combinação simples

Quantas comissões de 5 membros podemos formar numa assembleia de 12 participantes?

(A) 324 (B) 235 (C) 643 (D) 865 (E) 792

Quadro 4. Exercício 7 do questionário HDR – análise combinatória.

Fonte: Do autor, 2015.

Resultados e análise

Para a análise das respostas dos estudantes, utilizamos algumas ferramentas do enfoque HDR descritas no marco teórico, em particular, aquelas que nos ajudam a analisar sistematicamente as práticas matemáticas desenvolvidas pelos professores em exercício para resolver os exercícios propostos, assim como os objetos primários (elementos linguísticos, conceitos, proposições, procedimentos e argumentos) e processos (particularização, generalização e materialização) implicados na realização da prática educativa.

De maneira geral, a tabela 1 apresenta os resultados obtidos na realização dessa atividade pelos sete professores em um curso de formação continuada, buscando elucidar os percentuais de acertos em cada questão.

Os professores, de maneira geral, apresentaram maior facilidade na resolução das atividades com temas princípio fundamental da contagem, arranjo simples e permutação, porém, menos da metade tiveram êxito em questões envolvendo combinação simples.

Para o exercício 1, o objetivo foi verificar como os professores mobilizam seus conhecimentos

Tabela 1. Resultados das questões apresentadas aos professores de Matemática frente as questões sobre análise combinatória.

| Questão | Tema da questão | Números de acertos | Porcentagem |
|---------|-----------------------------------|--------------------|-------------|
| 1 | Princípio fundamental da contagem | 4 | 57,14% |
| 2 | Princípio fundamental da contagem | 6 | 85,71% |
| 3 | Arranjo Simples | 4 | 57,14% |
| 4 | Arranjo Simples | 6 | 85,71% |
| 5 | Permutação | 4 | 57,14% |
| 6 | Permutação | 4 | 57,14% |
| 7 | Combinação simples | 3 | 42,85% |
| 8 | Combinação simples | 2 | 28,57% |

Fonte: Do autor, 2015.

matemáticos para determinar quais as possibilidades para sentar três pessoas em um sofá terem lugares. A resolução de P3 (figura 1) apresenta elementos importantes para discussão.

Os professores, de maneira geral, apresentaram maior facilidade na resolução das atividades com temas princípio fundamental da contagem, arranjo simples e permutação, porém, menos da metade tiveram êxito em questões envolvendo combinação simples.

Para o exercício 1, o objetivo foi verificar como os professores mobilizam seus conhecimentos matemáticos para determinar quais as possibilidades para sentar três pessoas em um sofá terem lugares. A resolução de P3 (figura 1) apresenta elementos importantes para discussão.

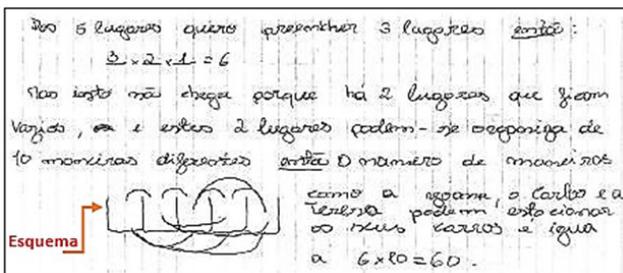


Figura 1. Esquema apresentado por P3 na resolução do exercício sobre princípio fundamental da contagem.

Fonte: Do autor, 2015.

Um elemento importante nesse esquema é o uso do princípio fundamental da contagem para organizar o número de possibilidades para três lugares, definido por $3 \times 2 \times 1$. No entanto, P3 continua o argumento afirmando a existência de dois lugares vazios e podendo organizar-se de 10 maneiras diferentes e conclui que os três carros poderão ocupar as três vagas de 60 maneiras diferentes. Ausubel (2003) comenta que quando o indivíduo enfrenta um conteúdo, sempre o faz armado com uma série de conceitos, concepções, representações e conhecimentos adquiridos no decorrer de suas experiências anteriores, utilizou-se como instrumentos de

leitura e interpretação determinando em boa parte as informações selecionadas.

No bojo da HDR, as ideias sobre princípio fundamental da contagem evidenciam o processo de hierarquização, no qual coloca-se inicialmente em jogo os conceitos mais gerais, nesse caso, em específico os conhecimentos sobre princípio multiplicativo como básico e o uso da árvore das possibilidades. Alguns professores comentaram que os esquemas ajudam a resolver determinado problema de análise combinatória, substituindo muitas vezes o formalismo matemático e a memorização de fórmulas e regras.

No exercício 3, buscou-se apresentar no seio da análise combinatória dois tipos de agrupamentos: arranjos e combinações. Sendo que diferem em arranjos simples e combinações simples. Para a resolução desse exercício, algumas estratégias foram utilizadas pelos professores, como árvore de possibilidades e princípio fundamental da contagem. No entanto, alguns professores utilizaram a fórmula do arranjo simples $A_{(n;p)} = \frac{n!}{(n-p)!}$, onde “n” representa o número de elementos e “p” o agrupamento de elementos. Para elucidar esse momento, as estratégias utilizadas na resolução do exercício por P7 (figura 2) apresentam elementos importantes no enfoque HDR para discussão.

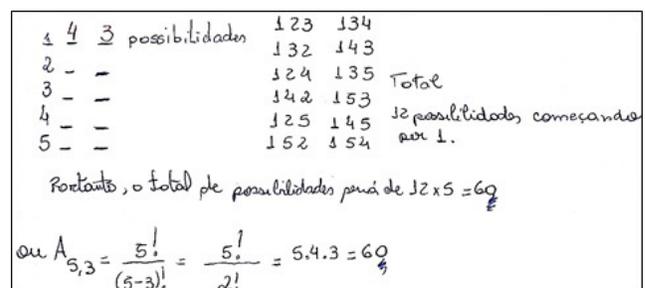


Figura 2. Esquema apresentado por P7 na resolução do exercício sobre arranjo simples.

Fonte: Do autor, 2015.

O objetivo nessa questão é mostrar o arranjo como um conjunto de valores ordenados escolhidos a partir de um universo determinado. Inicialmente, os professores sentiram-se um pouco incomodados

e estavam demonstrando dificuldade em responder a questão. Durante sua tentativa de resolução, P7 percebeu que poderia ser resolvido usando árvores de possibilidade. Observou-se durante esse exercício que P7 já possuía uma concepção de arranjo, pois, ao terminar de responder, completou sua explanação com itens da análise combinatória como organização dos dados (hierarquização) e elementos agrupados (diferenciação progressiva).

O exercício 3 foi resolvido por P7 de duas maneiras: a primeira por meio do uso da árvore das possibilidades, apresentando as doze primeiras soluções quando fixa-se 1 na primeira posição e, assim, obtém-se as doze primeiras possibilidades (1,2,3); (1,2,4);...;(1,4,5) e (1,5,4) e a segunda maneira, usando a fórmula para o arranjo simples $A_{(5;3)} = \frac{5!}{(5-3)!} = \frac{5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2!}{2!} = 60$. A utilização de estratégias para resolver uma questão evidencia uma estrutura hierárquica rica em ideias e conceitos, bem como uma criatividade na resolução de problemas.

Outras situações durante a resolução desse exercício chamaram a atenção. Por exemplo, P2 quando questionado sobre sua estratégia de resolução, comentou que havia utilizado o princípio multiplicativo, trabalhando de modo intuitivo. Já P6 afirmou que utilizou a fórmula do arranjo pois era mais fácil de ser aplicado, bastando apenas lembrar a ideia de fatorial. Para Ausubel (2003), a adoção de metodologias ou estratégias diferenciadas na construção dos conceitos científicos contribui para a aquisição de uma compreensão mais significativa sobre o novo tema ou algo já conhecido pelo indivíduo.

No exercício 5, buscou-se investigar a quantidade de anagramas que começam e terminam com consoantes a partir da palavra TRAPO. A permutação simples é um caso particular de arranjo, onde os elementos formam agrupamentos que se diferenciam somente pela ordem formando anagramas. Um anagrama é uma palavra ou frase formada com todas as letras de uma outra palavra ou frase. Normalmente as palavras ou frases resultantes são sem significado.

Na resolução do exercício 5, quase todos os professores utilizaram a fórmula para a permutação sem repetição, que consiste de $P_n = n!$, pois não há repetição de letras. Também surgiram outras estratégias além do uso da fórmula, como por exemplo, a árvore das possibilidades e o princípio fundamental de contagem (figura 3).

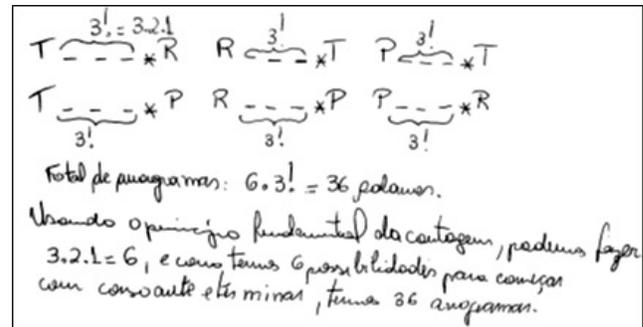


Figura 3. Esquema apresentado por P1 na resolução do exercício sobre permutação.

Fonte: Do autor, 2015.

As ideias expostas por P1 para resolver a questão 5 que trata sobre permutação são diversas e bastante interessantes a luz do enfoque HDR. Com relação a hierarquização, P1 organiza sua estratégia de resolução fixando a letra T no início e R ao fim e analisa o total de anagramas gerados. Tal ideia continua com R no início e T no final. Uma estrutura hierárquica adequada para um segmento do conhecimento a ser aprendido inicia-se com ideias mais gerais e menos abrangentes. As ideias de P1 corretas ou erradas, são explicadas com base nas relações observadas no seu esquema de resolução. Por fim, apresenta um processo complexo de análise de seu esquema, expondo o total de anagramas por meio da relação $6 \cdot 3! = 36$ palavras.

Ainda durante sua resolução, P1 apresenta uma proposição lógica e bem construída usando os conceitos “princípio”, “fundamental da contagem”, “possibilidades” e “anagramas”. No curso da aprendizagem significativa, Ausubel (2003) coloca que a diferenciação progressiva é um processo contínuo, no qual os conceitos adquirem maiores significados

à medida que são alcançados novas relações. Os significados são construções sociais que permitem por um lado exercer a capacidade de inferência, autoconhecimento e atuação racional e, por outro lado, unir as ideias e relacionar as partes com o todo.

No exercício 7, buscou-se investigar a quantidade de comissões de 5 membros podemos formar numa assembleia de 12 participantes. Combinação simples é um tipo de agrupamento no estudo sobre análise combinatória. Os agrupamentos formados com os elementos de um conjunto serão considerados combinações simples se os elementos dos agrupamentos diferenciarem apenas pela sua natureza. Ou seja, o agrupamento (1;2;3) é o mesmo do que (1;3;2) ou (2;3;1) e, portanto, não se considera a simples troca de um conjunto de elementos, mas pela sua característica.

As combinações simples podem ser consideradas um tipo particular de arranjo simples, pois os agrupamentos formados nos arranjos são diferenciados pela ordem e pela natureza dos seus elementos. A combinação simples são esses arranjos diferenciados apenas pela natureza de seus elementos. Na resolução do exercício 7, a maioria dos professores tentaram utilizar a fórmula para a combinação simples, porém confundiram com a do arranjo simples $A_{(n;p)} = \frac{n!}{(n-p)!}$ e não adicionaram no denominador o fator $p!$ estabelecendo a relação existente entre o número de elementos e os agrupamentos $C_{(n;p)} = \frac{n!}{(n-p)! \cdot p!}$, levando a um percentual alto de erro diante da questão. Para elucidar essa questão, apresenta-se o esquema utilizado por P6 (figura 4).

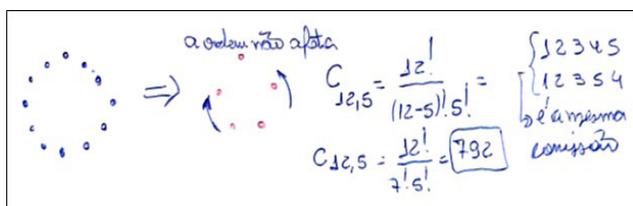


Figura 4. Esquema apresentado por P6 na resolução do exercício sobre combinação simples.

Fonte: Do autor, 2015.

Inicialmente, P6 coloca um total de doze pontos, possivelmente representando as pessoas, porém não diferencia, pois parece compreender que no exercício sobre combinação simples, a troca dentro de um agrupamento não caracteriza novo grupo. Quando P6 expõe que “a ordem não afeta”, entende que a simples permutação não é possível construir novos agrupamentos. Se utiliza da fórmula da combinação simples, colocando $n = 12$ e $p = 5$ e apresenta a resposta adequada para o exercício como 792 comissões de cinco elementos. Um fato importante na externalização dos significados atribuídos aos conceitos é que os indivíduos trazem sempre algo deles próprios para a negociação, não sendo uma tábua rasa para nela se escrever ou um contentor vazio para se encher.

Por fim, P6 apresenta um exemplo criativo com conjuntos formados pelos números (1;2;3;4;5) e (1;2;3;5;4) afirmando ser a mesma comissão. A criatividade é muitas vezes difícil de reconhecer e ainda mais difícil de mostrar aos outros. As reconciliações são o produto mais importante de uma mente criativa. Na medida que P6 apresenta suas estratégias de resolução nesse exercício, reconcilia o conceito de combinação simples como o princípio fundamental da contagem, caracterizando numa diferenciação progressiva mais profunda de conceitos relacionados. Quando ocorre uma alteração substancial no significado de um corpo de conceitos, no nosso caso, ordenação, configuração de elementos e percepção visual, o tomar consciência das novas relações produz uma sensação de compreensão e assimilação dos novos conceitos.

Considerações

Os resultados obtidos a partir da análise predominantemente qualitativa, das resoluções que os professores apresentaram nos exercícios aqui analisadas, assinalam que os professores exibem certas dificuldades para resolver exercícios relacionados

com o conhecimento especializado e ampliado sobre análise combinatória. As resoluções fornecidas no exercício 1 e 3 mostram que o melhor desempenho ocorre no uso do princípio fundamental da contagem e arranjo simples. Além disso, nos resultados apresentados pelo exercício 5 e 8 observa-se que a grande maioria dos professores tiveram problemas para demonstrar as ideias sobre permutação e combinação simples.

Os resultados obtidos no exercício 8 mostram as dificuldades dos professores quando precisam usar os conhecimentos sobre combinação simples para resolver questões envolvendo comissões ou agrupamentos. Evidenciamos como o conhecimento comum do conteúdo não é suficiente para abordar exercícios no ensino, requerendo certo nível de conhecimento do conteúdo denotativo. Assim mesmo, adverte-se uma aparente desconexão entre os distintos significados de análise combinatória. As respostas dos professores mostram o completo realizar das práticas matemáticas, objetos e processos em jogo na resolução de exercícios relacionados a análise combinatória. A tomada de consciência nessa complexidade é necessária tanto para os formadores, para que possam oportunizar aos professores o desenvolvimento do conhecimento requerido para o ensino de análise combinatória, como aos próprios professores para que possam desenvolver e avaliar a competência matemática em seus estudantes.

Finalmente, destaca-se que a análise das práticas matemáticas, as configurações e processos, se mostram como ferramenta potencial para a identificação e caracterização dos conhecimentos relativos a HDR, tanto para definir pautas e critérios a fim de analisar tipos de conhecimentos manifestados pelos professores. As configurações cognitivas descritas no marco teórico a luz da aprendizagem significativa, permitem identificar os significados e a estruturação do pensamento dos professores na atribuição de significados aos objetos postos em jogo nas soluções dos referidos exercícios.

Referências bibliográficas

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.
- BARBOSA, G. S.; MAGINA, S. M. Construindo significado para expressões numéricas multiplicativas a partir do jogo de mensagem. **Zetetiké – FE/Unicamp**, v. 22, n. 41, p. 45-67, 2014.
- BRUM, W.; P.; SILVA, C. R. Uso de um objeto de aprendizagem no ensino de matemática tomando-se como referência a teoria da aprendizagem Significativa. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v.4 (2), p. 15-31, 2014.
- CAZORLA, I. M.; GUSMÃO, T. C. KATAOKA, V. Y. *Validação de uma Sequência Didática de Probabilidade a partir da Análise da Prática de Professores, sob a Ótica do Enfoque Ontossemiótico*. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 24, n. 39, p. 537-560, 2011.
- CORREIA, P. F.; FERNANDES, J. A. Intuições de alunos do 9º ano em probabilidade condicionada no contexto de extração de bolas de um saco. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v.16, n.2, p. 295-321, 2014.
- COUTURIER, P. G.; PAZMIÑO-MAJÍ, R. R. *On the probability distribution of the classical Gras implication index between two binary random variables*. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v.16, n.3, p.969-980, 2014.
- LEITE, I. S.; LOURENÇO, A. B.; HERNANDES, A. C. O uso de mapas conceituais para avaliar a mudança conceitual de alunos do Ensino Médio sobre o tema corrente elétrica: Um estudo de caso. **Lat. Am. J. Phys. Educ.** v. 5, n. 3, p. 570-786, 2011.
- LOPES, J. M.; REZENDE, J. C. *Um novo jogo para o estudo do raciocínio combinatório e do cálculo de probabilidade*. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 23, n. 36, p. 657-682, 2010.
- MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e aprendizagem significativa. São Paulo: Centauro, 2010.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. SALZANO. **Aprendizagem significativa: condições para sua**

ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor, 2009.

RODRIGUES, K. C.; *et. al.* Avaliação da aprendizagem de eletricidade a partir de uma proposta

de educação científica baseada em projetos. IV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Universidade Tecnológica Federal do Paraná–Ponta Grossa, 2014.





PROPOSTA DE INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO PARA FORNECER INDICATIVOS ACERCA DA COMPREENSÃO DOS CONHECIMENTOS BIOLÓGICOS E SUAS INTER-RELAÇÕES

Proposition of diagnostic tool to provide indicatives about the understanding of biological knowledge and their interrelationships

Ana Maria de Andrade Caldeira¹
Paloma Rodrigues Siebert²
André Luis Corrêa³
Fernanda Aparecida Meghioratti⁴
Fernanda da Rocha Brando⁵
Fúlvia Eloá Maricato⁶
Lourdes Aparecida Della Justina⁷
Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade⁸
Thais Benetti de Oliveira⁹
Thais Gimenez da Silva Augusto¹⁰

Para citar como este artículo: Caldeira, A.M.A., Siebert, P.R., Corrêa, A.L., Meghioratti, F.A., Brando, F.R., Maricato, F.E., Justina, L.A.D., Andrade, M.B.S., Oliveira, T.B. y Augusto, T.G.S. (2016). Proposta de instrumento diagnóstico para fornecer indicativos acerca da compreensão dos conhecimentos biológicos e suas inter-relações. *Góndola, Ensêñ Aprend Cienc*, 11(1), 128-146. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a9

Recibido: 16 de marzo 2016 / Aceptado: 24 de junio de 2016

1. Professora Doutora da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Bauru/SP, Brasil. anacaldeira@fc.unesp.br.
2. Professora Doutora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Santarém/PA, Brasil. paloma.siebert@ifpa.edu.br.
3. Professor Doutor Visitante da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus/BA, Brasil.
4. Professora Doutora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel/PR, Brasil. meghioratti@gmail.com.
5. Professora Doutora da Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto/SP, Brasil. ferbrando@ffclrp.usp.br.
6. Professora Doutora da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá/PR, Brasil. femaricato@gmail.com.
7. Professora Doutora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel/PR, Brasil. lourdesjustina@gmail.com.
8. Professora Doutora da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina/PR, Brasil. mariana.bologna@gmail.com.
9. Doutor(a) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Bauru/SP, Brasil. thaisbbb@hotmail.com.
10. Professora Doutora da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Jaboticabal/SP, Brasil. thaisgime@gmail.com.

Resumo

Nesse artigo são descritas as etapas do processo de elaboração e validação de uma escala avaliativa do tipo Likert, com o objetivo de sistematizar as respostas dos alunos de graduação em Ciências Biológicas em relação: 1) à presença ou não da compreensão do conhecimento científico; e 2) à existência ou não da articulação entre os conhecimentos científicos, de modo a contemplar um pensamento sistêmico sobre os fenômenos naturais. A escala proposta foi validada pelos testes Alpha de Cronbach ($\alpha = 0,741$), KMO (0,779) e Bartlett (0,000) e foi realizada uma Análise Multivariada, tipo Análise dos Componentes Principais (ACP). Entende-se que este tipo de instrumento permite que uma ampla quantidade de dados seja coletada e que grupos possam ser eficientemente comparados, o que justificou a elaboração da escala avaliativa aqui apresentada.

Palabras claves: ensino de biologia, escala avaliativa, likert, conhecimento sistêmico, conhecimento fragmentado.

Abstract

This paper describes the developing and validating steps of a Likert's evaluative scale. The aim is to systematize the answers of Biological Sciences students about to: 1) Understanding or not understanding the scientific knowledge; and 2) If there is a relationship among scientific concepts in order to contemplate a systemic thinking about natural phenomena. The described scale was validated by Cronbach's Alpha tests ($\alpha = 0.741$), KMO (0.779) and Bartlett (0.000) and a Multivariate Analysis was fulfilled, type Principal Component Analysis (PCA). We understood this kind of instrument allows a large amount of data to be collected and it groups can be compared efficiently, which justified the development of evaluative scale presented here.

Keywords: biology education, evaluative scale, likert, systemic knowledge, fragmented knowledge.

Introdução

A ciência moderna, desde sua constituição, tem sido caracterizada pela crescente especialização das subáreas de conhecimento, o que interfere ou, muitas vezes, determina as abordagens epistemológicas e didáticas do Ensino de Ciências. Os fenômenos naturais, que eram estudados de forma integrada e sistêmica pela História Natural, começam a ser

delineados em campos disciplinares específicos, tais como a Biologia, Química, Física e Geologia, sendo constituídos por meio de linguagens e metodologias próprias (Schneider, E.M.; Meghioratti, F.A.; Oliveira, J.M.P., 2014). Essa fragmentação, que caracterizou grandes campos dos saberes no século XIX e início do século XX, acentuou-se com a construção de conhecimentos extremamente especializados e pontuais na atualidade. Os campos

disciplinares fundaram objetos, epistemologias e metodologias de pesquisas próprias, pautados em um paradigma cartesiano, a partir do qual a solução de um problema estaria relacionada à investigação e análise de suas partes (Augusto, T.G.S.; Caldeira, A.M.A., 2008).

A visão analítica e fragmentada da ciência fundou não apenas grandes campos dos saberes, mas, também, dividiu esses campos em diferentes especialidades. A Biologia, assim como os demais campos de saber, sofreu um processo de fragmentação e acentuada especialização ao longo do século XX. Os biólogos modernos tendem a ser extremamente especializados e, raramente, saem de seus campos de estudo para procurar entender a ciência da vida em sua totalidade (Mayr, E., 2009). Contudo, a compreensão dos fenômenos naturais demanda pesquisadores que não apenas dominem a especificidade de uma área do conhecimento, mas que sejam capazes de dialogar e reconhecer as aproximações processuais, heurísticas e epistêmicas existentes entre as diferentes áreas do conhecimento. Assim, apesar da importância da visão analítica e da especialização de diferentes campos disciplinares “é imprescindível o diálogo entre áreas e a busca de soluções conjuntas frente às complexas demandas sociais e científicas” (Schneider, E.M.; Meglhioratti, F.A.; Oliveira, J.M.P., 2014, Pg.2). A questão é encontrar caminhos de diálogos, já que as pesquisas científicas, muitas vezes, desenvolveram linguagens e metodologias próprias à custa de uma perda de compreensão da complexidade e totalidade dos fenômenos (Morin, E., 2002).

Essa fragmentação do conhecimento biológico não se restringe apenas ao âmbito da pesquisa, mas, também, incide nos cursos de graduação em Ciências Biológicas – Bacharelado e Licenciatura, os quais apresentam, em geral, organizações curriculares nas quais as disciplinas específicas são tratadas isoladas uma das outras (Polinarski, C.A., 2013). Essa estrutura curricular,

[...] caracteriza-se por dividir e classificar, para depois estabelecer relações entre aquilo que foi separado, garantindo a apreensão da parte. E a partir do quantificado, apreender a ordem, as leis e princípios que garantem a estabilidade e as relações causais entre os fenômenos (Anastasiou, L.G.C., 2005, Pg. 122).

J. H. Wandersee, K. M. Fisher e D. E. Moody (2001) argumentam a respeito da dificuldade dos campos conceituais da Ciência e da Educação em Ciência produzirem um currículo articulado, destacando que um currículo fragmentado propiciaria poucas possibilidades didáticas para que os futuros professores e pesquisadores sejam capazes de uma reorganização epistemológica consistente do conhecimento biológico.

A fragmentação do currículo na formação de professores e pesquisadores em cursos de Ciências Biológicas foi identificada, também, em pesquisas anteriores realizadas pelos autores do presente texto (por exemplo, Meglhioratti, F.A., 2009; Brando, F.R., 2010; Andrade, M.A.B.S., 2011; Justina, L.A.D., 2011, Oliveira, T. B., 2015). Essas pesquisas investigaram o papel de grupos de pesquisas sobre epistemologia da biologia na formação de professores e pesquisadores em Cursos de Ciências Biológicas. Os resultados indicaram a possibilidade de os alunos reorganizarem o conhecimento biológico de forma mais sistêmica e menos linear, o que contribui para uma formação científica pautada na natureza da Ciência e na integração dos fenômenos tanto para o pesquisador das Ciências Biológicas quanto para o professor de Biologia. Os dados analisados qualitativamente permitiram a identificação das mudanças nas argumentações e proposições dos alunos ao longo das reuniões dos grupos de pesquisa, permitindo a visualização e a explicação dos fenômenos biológicos a partir da mobilização de diferentes subáreas das Ciências Biológicas.

Os dados qualitativos sistematizados em diferentes pesquisas, contemplando os estados do Paraná e São Paulo (Meglhioratti, F.A. 2009; Brando,

F.R. 2010; Andrade, M.A.B.S. 2011; Justina, L.A.D. 2011; Justina, L.A.D.; Meglhioratti, F.A.; Caldeira, A.M.A. 2012) permitiram a elaboração da seguinte hipótese de pesquisa: “Os cursos de Ciências Biológicas, do modo como são organizados, enfatizam mais o domínio de conceitos específicos e pouco propiciam espaços para o desenvolvimento de um pensar sistêmico sobre os fenômenos naturais”. Para que essa hipótese pudesse ser validada, planejou-se a construção de um instrumento diagnóstico, caracterizado como uma escala avaliativa do tipo Likert. O objetivo desse instrumento foi sistematizar as respostas dos alunos de graduação em Ciências Biológicas em relação: 1) à presença ou não da compreensão do conhecimento científico; 2) à existência ou não da articulação entre os conhecimentos científicos das diferentes subáreas das Ciências Biológicas, de modo a contemplar um pensamento sistêmico sobre os fenômenos naturais. Neste artigo é explicado o processo de elaboração da escala avaliativa, sua fundamentação teórica e validação. O instrumento, até o momento, foi aplicado em seis diferentes Cursos de Ciências Biológicas, em Universidades Públicas dos estados do Paraná e São Paulo no Brasil. Os dados referentes à aplicação da escala avaliativa serão contemplados em outro artigo.

Compreende-se que a utilização de uma escala avaliativa e a realização de análises quantitativas podem contribuir - juntamente com dados qualitativos obtidos em diferentes momentos de pesquisas - para uma visão geral da organização e caracterização dos Cursos de Ciências Biológicas. Desse modo, esse trabalho tem por objetivo propor e descrever um instrumento de análise quantitativa do conhecimento biológico pautado em aportes teóricos da epistemologia da Biologia e apresentar a validação desse instrumento.

A elaboração do instrumento de coleta de dados

A escala avaliativa proposta é do tipo Likert, caracterizada por uma série de assertivas em que o

respondente deve expressar seu grau de concordância ou discordância, sendo cada posição em relação à afirmação representada por um valor numérico (Babbie, E., 2005). A escala proposta é constituída por trinta e sete assertivas e teve sua construção fundamentada na identificação de conceitos estruturantes do pensamento biológico. Um conceito estruturante possibilita a transformação do sistema cognitivo e a organização dos dados (Gagliardi, R., 1986). Aqui, compreende-se os conceitos estruturantes como conceitos centrais de determinada área do conhecimento e que estão interconectados a muitos outros conceitos, possibilitando a construção de uma rede conceitual consistente. Assim, os conceitos estruturantes podem ser vistos como aqueles conceitos centrais que oferecem sustentação para uma área específica do conhecimento, e, portanto, devem ser compreendidos em diferentes contextos (Meglhioratti, F.A., 2009).

A seleção dos conceitos estruturantes para orientar a construção da escala avaliativa esteve fundamentada em estudos anteriores referentes à proposição de uma estrutura hierárquica de organização do conhecimento biológico (Meglhioratti et al, 2008; Meglhioratti et al, 2009) e na revisão da literatura na área de Ensino de Biologia que indicou a Evolução Biológica como elemento estruturante e organizador da Biologia (Gastal et al., 2009; Meyer, D.; El-Hani, C.N., 2005; Meglhioratti, F.A., 2004; Goedert, L., 2004; Futuyama, D., 2002). Desse modo, um dos conceitos estruturantes que pautou a construção da escala avaliativa descrita foi o de Evolução Biológica.

A estrutura hierárquica que fundamentou a seleção dos outros conceitos, pode ser descrita pela interação entre três diferentes níveis de organização biológica: o ambiente externo ao organismo (aspectos ecológicos), o organismo (como conceito articulador da hierarquia proposta) e o ambiente interno do organismo (aspectos moleculares, genéticos e epigenéticos). Desse modo, os outros conceitos estruturantes que fundamentaram a

elaboração da escala avaliativa foram: Organismo, Sucessão Ecológica e Nicho Ecológico (aspectos ecológicos) e Herança Biológica (genética e epigenética).

Os conceitos estruturantes selecionados nortearam a construção das assertivas. Para que essas fossem consonantes aos objetivos elencados para a escala avaliativa (verificar a presença da compreensão do conhecimento científico e sua articulação), foram pensadas de modo que as afirmações tivessem as seguintes variações: ausência de conhecimentos biológicos; presença de conhecimentos biológicos; conhecimento fragmentado ou desarticulado; e conhecimentos relacional e sistêmico. Para cada assertiva elaborada, corresponderam as seguintes opções de respostas: 1) concordo plenamente; 2) concordo; 3) discordo; 4) discordo plenamente; 5) não sei. As escalas do tipo Likert permitem fornecer direções sobre a concepção do respondente em relação a cada item do instrumento, além de evitar a ambiguidade das categorias de respostas, uma vez que elas já estão previamente determinadas (Silva et al, 2012).

Na sequência, descreveremos os conceitos estruturantes que nortearam a elaboração da escala avaliativa proposta.

Os conceitos estruturantes que fundamentam a escala avaliativa

Os estudos em Biologia englobam uma ampla gama de fenômenos os quais perpassam desde os níveis moleculares e celulares, até os níveis das populações, dos ecossistemas e da biosfera, constituindo-se, portanto, por fenômenos integrados, complexos e dinâmicos, coesos por uma atividade sistêmica interdependente em vários níveis (Sterelny, K.; Griffiths, P.E., 1999; Grene, M.; Depew, D., 2004; Meghioratti et al, 2008). Acordamos que o instrumento proposto deveria possibilitar a identificação do domínio do conhecimento biológico e da presença de um pensamento sistêmico em alunos participantes da

pesquisa. Entendemos que o pensamento sistêmico possibilita ao aluno o estabelecimento de relações entre as diversas áreas das Ciências Biológicas. Para tanto, as assertivas contemplaram os conceitos de Organismo, Sucessão Ecológica, Nicho Ecológico, Herança Biológica e Evolução Biológica, bem como a articulação entre eles. Cabe destacar que, dada à complexidade dos fenômenos naturais e a visão sistêmica apresentada em parte das assertivas, uma mesma afirmação poderia contemplar mais de um conceito estruturante.

O conceito estruturante “Organismo”

O conceito de organismo, em uma visão tradicional, tem sido considerado como produto de um processo interativo entre seus genes (entendidos, em geral, como correspondentes às moléculas de DNA) e determinados ambientes. Nesse sentido, o desenvolvimento orgânico se resume a interações entre DNA e ambiente externo, configurando-se em dois tipos de reducionismo: um DNA-centrismo e um reducionismo ambiental, a partir dos quais o conceito de organismo assume aspecto secundário para a Biologia. Para que a ideia do organismo como ponto de encontro passivo entre gene/DNA e ambiente seja superada é importante compreender que os organismos estão agindo e transformando os ambientes em que vivem e que são sistemas complexos que envolvem uma multiplicidade de fatores em seus desenvolvimentos (Oyama, S.; Griffiths, P.E.; Gray, R., 2001). Isto é, os organismos não são reduzíveis ao DNA ou ao ambiente no qual se inserem. Os organismos (seres vivos) são ativos e constroem seus ambientes e, portanto, também selecionam o regime seletivo no qual eles vivem e se reproduzem (Jablonka, E., 2001). Por meio de suas atividades e comportamentos, os organismos constroem os nichos ecológicos e sociais que eles ocupam, possibilitando que as condições que eles vivem possam ser regeneradas e reexperenciadas pelos descendentes. Esse ponto de vista é endossado por R. Lewontin (2002, p. 24) ao afirmar que:

[...] A ontogenia de um organismo é consequência de uma interação singular entre seus genes, a sequência temporal dos ambientes externos aos quais está sujeito durante a vida e eventos aleatórios de interações moleculares que ocorrem dentro das células individuais.

Para elaboração do instrumento avaliativo, as assertivas prioritariamente vinculadas ao conceito de organismo foram pensadas para compreender o posicionamento do respondente em relação a uma visão determinista - genética e ambiental e/ou uma visão sistêmica, mediante a qual se reconhece a complexidade e multiplicidade dos fatores envolvidos no desenvolvimento do organismo, inclusive a própria ação do organismo na modificação do ambiente.

O conceito estruturante “Evolução Biológica”

O conceito de evolução biológica constitui-se em um eixo unificador do conhecimento biológico pois fornece subsídios para compreensão da biologia moderna e possibilita a interpretação dos múltiplos cenários que se formaram desde a origem da vida até os dias atuais (Corrêa, A.L.; Meghioratti, F.A.; Caldeira, A.M.A., 2011), permitindo uma base conceitual para diferentes campos de estudos da Biologia.

A visão paradigmática da evolução (Teoria Sintética da Evolução) tem como pressuposto básico a modificação da frequência de genes em uma população, sendo a variação na frequência dependente de um complexo de relações, como: competições, fatores aleatórios, fluxo de genes e capacidade reprodutiva dos indivíduos (Futuyma, D. 2002). Entre os conceitos centrais que compõe a Teoria Sintética da Evolução está o conceito de seleção natural, ou seja, a ideia da ocorrência de sobrevivência diferencial de indivíduos influenciados pela atuação de regimes seletivos em diferentes ambientes.

Após a consolidação da Teoria Sintética, a seleção natural passou a ser aceita como causa primária

na mudança evolutiva e como única explicação para as adaptações (Sepúlveda, C.; El-Hani, C.N., 2008). A centralidade da seleção natural nas explicações evolutivas fundou um programa adaptacionista que busca significados funcionais e valor adaptativo para uma diversidade de traços biológicos, sem considerar outras possibilidades de explicações que se distanciem de um viés seletivista (Sepúlveda, C.; El-Hani, C.N., 2008). Uma crítica central ao programa adaptacionista foi realizada por S. Gould e R. Lewontin (1979) ao destacarem que por meio dessa proposta o organismo fora pensado de maneira fracionada, dividido em traços característicos associados a histórias adaptativas para cada um destes traços. Em contraposição, os autores defendem a necessidade de se pensar os organismos como um todo integrado, no qual as restrições que limitam as possibilidades de organização corporal (como a história filogenética e as vias de desenvolvimento orgânico) são tão importantes quanto às forças seletivas que podem mediar as mudanças que ocorrem nos seres vivos.

As críticas ao programa adaptacionista se consolidaram nas últimas décadas, evidenciando que nem todos os processos evolutivos e características encontradas nas populações se fixaram por meio de regimes seletivos, ou seja, nem todos os traços sofreram uma ação da seleção natural em sua origem e/ou manutenção. Somado aos regimes seletivos foram destacadas explicações evolutivas que tomam como base: processos do desenvolvimento orgânico; evolução de características correlacionadas; restrições das formas às possibilidades de organização corporal no desenvolvimento e à história filogenética do grupo; deriva genética; inserção de nova função a um traço que não tinha caráter adaptativo ou que foi selecionado no exercício de outra função na história evolutiva – exaptação; plasticidade fenotípica; mecanismos epigenéticos; auto-organização, entre outros (Sepúlveda, C.; El-Hani, C.N., 2008; Santos, W.B.; El-Hani, C.N., 2013). Essas discussões contemporâneas evidenciam que a evolução biológica deve ser explicada por um pluralismo de processos,

ou seja, pela compreensão de que múltiplos mecanismos ou fatores evolutivos atuam de modo complementar no processo evolutivo (Sepúlveda, C.; El-Hani, C. N., 2008).

Percebe-se que a construção do conceito de evolução biológica, na atualidade, assume uma maior complexidade e uma pluralidade de processos e padrões. Por outro lado, ao avaliar a forma como o ensino de Evolução Biológica vem ocorrendo mediante os resultados destacados por diferentes pesquisas, verifica-se que, mesmo a compreensão paradigmática da síntese evolutiva apresenta dificuldades para ser compreendida na Educação Básica e Ensino Superior. Entre os obstáculos para a compreensão da síntese evolutiva estão: 1) concepção de evolução ancorada na noção de progresso (Agnolotto, R.; Bellini, M., 2012); 2) apresentação de uma compreensão equivocada da história da ciência por manuais e livros didáticos, por exemplo, pela ênfase no papel de Darwin como modelo de cientista e de Lamarck como um teórico especulativo (Carneiro, A.P.N., 2004; Almeida, A.V.; Falcão, J.T.R., 2010; Corrêa, A.L. *et al* 2010); 3) interferência de crenças, valores e práticas sociais na compreensão evolutiva, promovendo visões alternativas que se distanciam de uma metodologia e raciocínio científico (Araújo, E.S.N.N. *et al* 2009; Nicolini, L.P.; Falcão, E.B.M.; Faria, F.S., 2010; Costa, L. *et al* 2011; Santos, W.B.; El-Hani, C.N., 2013); 4) compreensão do tempo geológico (Bonito, J. *et al* 2011; Bizzo, N.; Almeida, A.V.; Falcão, T.R., 2007; Dodick, J., 2007); 5) polissemia da palavra “evolução” utilizada no contexto da mudança cultural e no campo da Biologia (Meghioratti, F.A., 2004); 5) aquisição de um pensamento populacional (Araújo, L.A., 2012). Adiciona-se a essas dificuldades, já bem documentadas na literatura, a compreensão reducionista da evolução, restringindo a explicação evolutiva ao conceito de seleção natural e a uma visão apenas adaptacionista (Santos, W.B.; El-Hani, C.N., 2013).

Por meio das assertivas que contemplam o conceito de Evolução Biológica buscou-se verificar se

a compreensão da evolução biológica está restrita apenas a seleção natural ou remete a um pluralismo de processos.

Os conceitos estruturantes “Sucessão Ecológica” e “Nicho Ecológico”

No âmbito da Ecologia, buscou-se enfatizar dois conceitos: sucessão ecológica e nicho ecológico. O conceito de sucessão ecológica foi selecionado pela facilidade de articulá-lo com diferentes conceitos ecológicos, com o organismo e seu papel na transformação do meio e com a evolução biológica. Para E. P. Odum (1998), a sucessão ecológica seria o desenvolvimento do ecossistema, envolvendo mudanças na estrutura de espécies e processos da comunidade ao longo do tempo. Ainda, de acordo com R. M. Pinto-Coelho (2000), a sucessão ecológica corresponde a uma sequência de mudanças estruturais e funcionais na comunidade, que seguiriam padrões mais ou menos definidos, atingindo um equilíbrio dinâmico. M. Begon *et al* (2007, p. 479) consideram a sucessão ecológica “como um padrão de colonização e extinção de populações de espécies não sazonal, direcionado e contínuo em um dado local”. Esses autores admitem que a sucessão é um processo complexo guiado, principalmente, por vários fatores que interagem simultaneamente. Assim, os efeitos de fatores como competição, entrada de sementes, herbivoria de insetos e mamíferos e eventos estocásticos variam em importância de acordo com o estágio sucessional.

Assim sendo, nas assertivas sobre o conceito de sucessão buscou-se investigar se os respondentes compreendem a sucessão como um processo complexo que engloba toda a dinâmica de um ecossistema, como as interações entre os fatores bióticos e abióticos, ciclos biogeoquímicos, fatores como tempo e espaço em gradiente evolutivo, bem como a evolução de organismos, levando em consideração todos os fatores que o influenciam (Brando, F.R.; Cavassan, O.; Caldeira, A.M.A., 2009).

No que concerne ao conceito de nicho ecológico, em uma visão tradicional, este é definido como o papel ocupado pelos organismos em um determinado tempo e espaço. Nesse sentido, E. P. Odum (1998, p. 233) explica que nicho ecológico inclui, não só o ambiente físico ocupado pelo organismo, mas, também, “seu papel funcional na comunidade e a sua posição em gradientes ambientais de temperatura, umidade, pH, solo e outras condições de existência”. Ainda, R. E. Ricklefs (2003, p.9) refere-se ao conceito de nicho ecológico como a representação de intervalos de condições que o organismo pode tolerar e os modos de vida que ele possui, concluindo, assim, como “seu papel no sistema ecológico”. Contudo, essa noção de nicho, apresenta a ideia de que existem espaços e papéis já predefinidos que podem ser ocupados por determinada espécie, ou seja, que podem existir nichos vazios a serem ocupados pelas espécies.

R. Lewontin (2002, p. 49) descreve alguns problemas causados pela definição arbitrária de nichos ecológicos na ausência de organismos. Para o autor, o “nicho ecológico consiste em um termo técnico usado universalmente para denotar o complexo de relações entre uma espécie particular e o mundo exterior”. As ideias de que “o ambiente de um organismo é causalmente independente dele e de que as alterações no ambiente são autônomas e independentes das alterações na própria espécie” estariam claramente equivocadas (Lewontin, R, 2002, p.53). Reforça-se a ideia de que para compreender esse conceito, faz-se necessário entendê-lo como consequência da natureza dos próprios organismos que o compõem. Em uma perspectiva de entendimento sistêmico dos fenômenos biológicos, o nicho estaria em construção e reconstrução constante e seria dependente das relações dos organismos e seus ambientes.

Para a elaboração das assertivas, buscou-se investigar a compreensão dos respondentes quanto ao caráter relacional dos processos biológicos ou a presença de visões reducionistas e deterministas

desses processos. Desse modo, foram abordados os padrões observáveis na natureza e presentes na estrutura e dinâmica das comunidades; as interações ecológicas e sua influência na evolução das espécies envolvidas; as relações entre o organismo e seu ambiente externo, bem como os processos que envolvem o fluxo de energia e os nutrientes nos ecossistemas.

O conceito estruturante “Herança Biológica”

C. N. El-Hani e C. Emmeche (2000) argumentam que a biologia é uma ciência da organização viva e questionam a crescente molecularização das explicações dos fenômenos biológicos, com a configuração de um determinismo genético e molecular para as explicações dos fenômenos naturais. Dessa forma, a elaboração e fundamentação das assertivas relativas à Herança Biológica buscam evidenciar questões epistemológicas como a conceituação de gene, bem como identificar a presença de interpretações mais sistêmicas, que ampliem a noção de Herança, com a inclusão de aspectos epigenéticos.

Ao se compreender a causalidade dos processos biológicos exclusivamente mediante as perspectivas celular, genética, molecular, ecológica ou organizacional, prescinde-se da ocorrência do fenômeno de emergência, característico dos sistemas biológicos. De acordo com esse fenômeno é mediante a interação de diferentes elementos e níveis de organização que novas características emergem em um sistema. Assim, quando se apresenta uma visão reducionista de herança em função apenas do DNA, inviabilizava-se a interpretação em rede tão explicativa para ação dos sistemas vivos. Logo, não se pode considerar uma sequência de DNA e fixá-la como responsável pela expressão de um produto fenotípico permanente para qualquer situação, uma vez que a expressão gênica “carrega” interconexões com processos fisiológicos, metabólicos e do desenvolvimento, além de especificações ambientais.

A complexidade do processo de expressão gênica pode ser percebida ao se discutir o processo de transcrição. Sabe-se que a explicação da linearidade processual, em que uma sequência de nucleotídeos determina uma proteína específica, não é mais convincente, uma vez que essa atividade é codependente de vários outros fatores metabólicos e regulatórios e ainda das condições ambientais (temperatura, alimentação, pH) (Keller, E.F., 2002), as quais também podem afetar a atividade genética e, portanto, a expressão dos genes. Isso acarreta uma dificuldade relacionada à preservação da definição do chamado conceito molecular clássico, o qual define o gene como um segmento do DNA que codifica um produto funcional (polipeptídeo ou RNA). No entanto, as pesquisas empíricas apresentam dados como genes interrompidos, emenda (splicing) alternativa, o chamado “DNA-lixo”, sequências TAR, pseudogenes, regulação pós-transcricional, RNAi e RNAsi, entre outros (Gerstein, M.B. et al 2007; Smith, M.U.; Adkison, L.R., 2010), identificando dificuldades em relação à compreensão e/ou aceitação do conceito de gene, principalmente no que concerne à semântica unívoca que referencia o termo como uma unidade bem demarcada do genoma responsável pela linearidade processual um gene = uma proteína (Joaquim, L.M.; El-Hani, C.N., 2010). Assim, há falta de correspondência clara entre os vários significados do conceito de “gene” e seus respectivos contextos de aplicação (Joaquim, L.M. et al 2007). Nesse sentido, pode-se ressaltar a importância da abordagem histórica e epistemológica como subsídio para o entendimento de uma visão sistêmica do conceito de gene, bem como para mediar a relação semântica que se estabelece entre este conceito e o contexto no qual está sendo mencionado (Schneider, E.M. et al 2011).

Nesse sentido, as assertivas que contemplavam o conceito de Herança Biológica foram elaboradas de modo a investigar a presença de visões mais deterministas e pontuais de um lado – a orientação dos processos biológicos restrita ao DNA – e de visões mais sistêmicas de outro, evidenciando a ampla gama de interações que ocorre nos sistemas vivos.

A escala avaliativa

Com base nos conceitos estruturantes descritos foi construída e validada a escala avaliativa apresentada no Quadro 1 (o processo de validação será descrito do tópico 2 desse texto). Destaca-se que nessa escala uma mesma assertiva pode contemplar mais de um conceito estruturante, devido à própria visão sistêmica proposta como objeto de análise nesse trabalho.

A validação do instrumento de coleta de dados

Após ser elaborado, o instrumento de coleta de dados passou por um processo de validação, que visou aumentar o seu grau de confiabilidade, melhorar a compreensão das assertivas e eliminar eventuais incorreções. Isso permite que o instrumento seja aplicado e replicado com um maior nível de segurança. O processo ocorreu em duas etapas – a validação semântica e a validação estatística.

A. M. Cunha (2008) destaca que antes de aplicar um instrumento de coleta de dados é necessário que o mesmo seja validado semanticamente, uma vez que se este instrumento for incoerente e confuso, a sua análise pode ser prejudicada. Além disso, é importante que a linguagem utilizada no instrumento fique próxima da linguagem dos respondentes, evitando, assim, a incompreensão das assertivas.

A validação semântica contou com a participação de dois grupos de indivíduos. Um foi composto por dez especialistas da área de Ensino de Ciências e o outro por dezesseis possíveis respondentes, ou seja, indivíduos com características semelhantes aos das amostras a serem utilizadas. Tanto os especialistas quanto os possíveis respondentes foram selecionados devido à facilidade de acesso a estas pessoas.

Após a realização das mudanças de construção frásica, para eliminar ambiguidades sugeridas pelos especialistas e pelos possíveis respondentes,

Quadro 1.

| Escala avaliativa contendo trinta e sete assertivas | | | | | | |
|---|---|---------------------|----------|----------|---------------------|---------|
| Indique até que ponto concorda com as seguintes afirmações, assinalando apenas UMA opção para CADA afirmação. | | | | | | |
| 1. | O organismo (ser vivo) é determinado pela interação entre seus genes e o ambiente em que ele está inserido. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 2. | O homem é o ser vivo mais evoluído das espécies atuais. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 3. | Os padrões observados na estrutura de uma comunidade são os resultados de interações ecológicas e evolucionárias entre populações que a compõem. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 4. | Os processos metabólicos que influenciam a ação do gene independem de fatores ambientais. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 5. | Nicho ecológico é entendido como o complexo de relações entre uma espécie particular e o ambiente. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 6. | A sucessão ecológica ocorre em um local devido às interações entre as espécies presentes, em termos de suas tolerâncias físicas, dos seus padrões de sobrevivência e reprodução e das suas capacidades competitivas. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 7. | As redes metabólicas ocorrem tanto em nível de organismo quanto em nível celular. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 8. | As ideias de Lamarck pouco contribuíram para o entendimento dos processos evolutivos. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 9. | Filhos de pais diabéticos sempre desenvolverão diabetes na idade adulta. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 10. | A herança biológica compreende um conjunto de elementos internos ao organismo e associados a interações ambientais, que permitem que seu fenótipo se assemelhe às gerações anteriores. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 11. | O ambiente é independente do organismo na formação de um nicho ecológico. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 12. | As reações metabólicas de um ser vivo são controladas pelos seus genes. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 13. | Um automóvel, independente se é movido à gasolina ou a álcool, está, em última análise, utilizando luz solar. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 14. | O DNA se sobrepõe aos outros fatores que interagem no desenvolvimento do organismo. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 15. | As comunidades de plantas são uma reunião ao acaso de espécies adaptadas, que não apresentavam propriedades típicas de organismos integrados, tais como homeostase, reestabelecimento e desenvolvimento sequencial. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 16. | As interações ecológicas entre os organismos influenciam a evolução das espécies coexistentes. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 17. | Existem mudanças reversíveis e herdáveis no genoma funcional de um organismo que não alteram a sequência de nucleotídeos do DNA, que podem envolver: metilação do DNA, modificações de histonas e ação de RNAs não codificadores. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 18. | Cada ser vivo tem suas características determinadas somente por seus genes. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 19. | Um gene sempre determina uma mesma proteína, que por sua vez, expressará (em termos de fenótipo) a mesma característica. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 20. | O nicho ecológico se dá como consequência da natureza dos próprios organismos que o compõem, promovendo um processo constante de alteração do próprio ambiente. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 21. | Os genes sempre codificam produtos funcionais, como polipeptídeos ou RNAs. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 22. | A sucessão ecológica considera a dinâmica que ocorre em um ecossistema tais como as interações entre os fatores bióticos e abióticos dentro de um processo evolutivo. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 23. | A ideia de Seleção Natural é a única forma de explicar os processos evolutivos. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |

| | | | | | | |
|-----|---|---------------------|----------|----------|---------------------|---------|
| 24. | O fluxo de energia e nutrientes é resultado das interações biológicas que ocorrem no ecossistema. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 25. | As inter-relações que ocorrem dentro de uma comunidade direcionam o fluxo de energia e o ciclo dos elementos dentro do ecossistema. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 26. | O gene é a unidade fundamental de herança, ou seja, o único meio pelo qual os caracteres são transmitidos pelas gerações. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 27. | Ocorrido um distúrbio natural ou antrópico, que exterminou o material genético, haverá sucessão ecológica de acordo com a possibilidade deste material vir de outras localidades. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 28. | Organismos mais evoluídos, como os mamíferos, apresentam vias metabólicas mais complexas. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 29. | Cada população está voltada para sua sobrevivência, influenciada pela seleção natural que tende a maximizar o resultado reprodutivo de cada indivíduo. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 30. | A evolução resulta na melhoria das espécies. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 31. | Os estados iniciais da sucessão têm a função de melhorar o ambiente para que os estados posteriores possam estabelecer-se. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 32. | Todas as características dos seres vivos são repassadas de uma geração para a outra pelo DNA presente nos gametas dos pais. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 33. | Cada ser vivo é um sistema complexo, cujas características surgem de fatores como a ação dos organismos no ambiente, as características do ambiente em que ele vive e a composição molecular. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 34. | Um único gene pode expressar diferentes efeitos fenotípicos, por exemplo, em uma mesma flor a cor da pétala, a cor da semente e as manchas em estípulas. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 35. | A sucessão ecológica é um processo ordenado e previsível, culminando em um clímax ou estado final. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 36. | Nicho ecológico se dá como consequência da natureza dos próprios organismos que o compõem, considerando a distribuição geográfica e temporal das espécies. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |
| 37. | O DNA é apenas um dos recursos que o organismo utiliza no desenvolvimento. | Concordo plenamente | Concordo | Discordo | Discordo plenamente | Não sei |

o instrumento passou pelo processo de validação estatística, no qual foi aplicado o teste Alpha de Cronbach. Este teste foi desenvolvido em 1951, por Lee Cronbach, sendo uma ferramenta estatística bastante utilizada entre os pesquisadores para avaliar a consistência interna de um instrumento.

A maioria dos investigadores, talvez com exceção daqueles que dedicam alguma atenção à área da psicometria, tende não apenas a considerá-lo o índice universalmente aconselhável para o estudo métrico de uma escala (qualquer que sejam as suas características) como tendem a percebê-lo como fornecendo “estimativas fiáveis” da “fiabilidade de uma escala” (Maroco, J.; Garcia-Marques, T., 2006, p. 66).

Esta validação permitiu averiguar quais variáveis deveriam ser eliminadas do instrumento para

aumentar a sua consistência interna, possibilitando sua qualidade como instrumento de pesquisa. De acordo com A. Kovaleski e L. A. Pilatti (2010, p. 5), a análise da consistência interna do instrumento é baseada na “correlação dos itens de um mesmo constructo entre si e na correlação de cada item com o escore total deste constructo”. Assim, é desejável que os itens apresentem alguma correlação entre si, além de se correlacionarem com o escore total do constructo.

O índice alpha (α), segundo J. Maroco e T. Garcia-Marques (2006, p. 69) “estima quão uniformemente os itens contribuem para a soma não ponderada do instrumento”, ou seja, ele mede a correlação e a coerência entre as respostas dadas a um instrumento de coleta de dados, e varia numa escala entre 0 e 1. Geralmente, um instrumento é considerado de

confiabilidade satisfatória quando o valor de α é maior ou igual a 0,7 (Nunnally, J.C., 1978). Entretanto, R. F. Devellis (1991) considera que no âmbito das Ciências Humanas, um α de 0,6 é aceitável desde que os dados sejam analisados com precaução.

O teste Alpha de Cronbach foi realizado utilizando o software estatístico *Statistical Packet for Social Sciences* (SPSS®), versão 20, apresentando um valor $\alpha = 0,741$, conforme pode ser verificado na Figura 1. Isto significa que, de acordo com este teste, o instrumento apresentou um grau de confiabilidade considerado satisfatório por diversos autores (Nunnally, J.C., 1978; Devellis, R.F., 1991; Pestana, M.H.; Gageiro, J.N., 2005).

Reliability Statistics

| Cronbach's Alpha | N of Items |
|------------------|------------|
| ,741 | 37 |

Figura 1. Teste Alpha de Cronbach. Resultado do teste Alpha de Cronbach extraído do software estatístico SPSS®.

Para que o instrumento em questão atingisse tal grau de validação, foi necessário retirarmos algumas assertivas do instrumento inicialmente proposto, ficando o mesmo com 37 assertivas como apresentado no Quadro 1.

Tendo em vista as características e objetivos do presente instrumento de coleta de dados, intencionou-se utilizar a análise fatorial. Esta é uma técnica estatística utilizada para se reduzir o número de variáveis de uma base de dados por meio da identificação do padrão de correlação (que indica a força e a direção do relacionamento linear entre duas variáveis aleatórias) ou do padrão de covariância (que é uma medida do grau de interdependência numérica entre duas variáveis aleatórias).

Considerando que o presente instrumento de coleta de dados permite a utilização da análise fatorial para o corpo de dados obtidos, optou-se por

aplicar, também, os Testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Bartlett. M. H. Pestanae J. N. Gageiro (2005, p. 490) explicam que “o KMO e o teste de Bartlett são dois procedimentos estatísticos que permitem aferir a qualidade das correlações entre as variáveis de forma a prosseguir na análise fatorial”.

O KMO é um teste estatístico que varia entre 0 e 1. Um valor inferior a 0,5 indica uma correlação fraca entre as variáveis e, portanto, a análise fatorial não se firma como um bom método neste caso (Pestana, M.H.; Gageiro, J.N., 2005). O teste de esfericidade de Bartlett também está relacionado com a certificação da correlação entre as variáveis. Este teste compara a matriz de correlação com uma matriz identidade (diagonal igual a 1 e todas as outras medidas iguais a zero). No caso dessa hipótese ser confirmada (ou seja, o valor para a significância neste teste for maior do que 0,05), não é adequada a utilização de uma análise fatorial para os dados obtidos, uma vez que a falta de relação entre as variáveis culmina em fatores fracos ou mesmo na inexistência deles (Mingoti, S.A., 2005).

Para a realização de ambos os testes foi utilizado o software estatístico SPSS®, versão 20, que apontou um KMO de 0,779 (ou seja, superior a 0,5) e Bartlett de 0,000 (isto é, menor do que 0,05), o que indica que há uma boa correlação entre as variáveis e uma análise fatorial é indicada neste caso. A Figura 2 expõe o resultado extraído do software estatístico.

KMO and Bartlett's Test

| | | |
|--|--------------------|----------|
| Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. | | .779 |
| Bartlett's Test of Sphericity | Approx. Chi-Square | 2994.208 |
| | df | 666 |
| | Sig. | .000 |

Figura 2. Valor do KMO e Bartlett. Valor do KMO e Bartlett extraídos do software estatístico SPSS®.

Em suma, os resultados da validação semântica e dos testes estatísticos indicam que o questionário

apresenta um alto grau de confiabilidade, o que possibilita que os dados encontrados sejam analisados com segurança e que o instrumento pode ser reaplicado em outras circunstâncias, e que uma análise fatorial é fortemente indicada para analisar os padrões de respostas obtidos.

Os eixos temáticos de análise da escala avaliativa

Para a análise da estrutura do instrumento proposto, foram estabelecidos dois eixos temáticos por meio de uma técnica de Análise Multivariada, definida por J. F. Hair et al (1998, p. 26):

O propósito da análise multivariada é medir, explicar e prever o grau de relacionamento entre as variáveis estatísticas (combinações ponderadas de variáveis). Desse modo, o caráter multivariado consiste nas múltiplas variáveis estatísticas (combinações múltiplas de variáveis) e não apenas no número de variáveis ou observações

Dentre as técnicas de Análise Multivariada, optou-se por realizar as Análises dos Componentes Principais (ACP) – que é uma análise fatorial. Segundo P. R. Silva et al (2012), esta técnica sintetiza um elevado número de perguntas, extraindo algumas orientações conceptivas importantes. Em outras palavras, a análise fatorial permite segregar as questões ou assertivas de um instrumento de coleta de dados de acordo com padrões de respostas obtidos, possibilitando a identificação de subgrupos de assertivas ou questões que avaliam uma mesma capacidade ou habilidade cognitiva. A ACP do conjunto das variáveis fornece dois eixos (Componente 1 e Componente 2) que apresentam importantes proporções da variância das respostas. Em suma, todas as assertivas que pertencem ao Componente 1 (C1) permitem avaliar uma determinada habilidade ou capacidade cognitiva, e as assertivas que pertencem ao Componente 2 (C2) permitem avaliar uma outra habilidade ou capacidade cognitiva.

A Figura 3, denominada Gráfico das Correlações, mostra as variáveis representadas no plano (C1, C2). A projeção das coordenadas das variáveis sobre os eixos permite reconhecer as assertivas que caracterizam estes eixos. O vetor da variável cuja projeção sobre um eixo tem um valor mais elevado é mais fortemente ligado a este eixo que os outros. Mediante análise destas representações gráficas pode-se identificar as orientações conceptivas que caracterizam os dois eixos (Silva, P. R. et al, 2012). Estas análises foram realizadas utilizando o *software* estatístico SPSS®, versão 20.

A análise gráfica permite verificar que as assertivas Q2, Q4, Q8, Q9, Q11, Q13, Q14, Q15, Q17, Q18, Q19, Q21, Q23, Q28, Q30, Q32, Q34 e Q35, que se encontram destacadas em vermelho, apresentam maior representatividade no Componente 1 (eixo X), do que no Componente 2 (eixo Y). Por outro lado, as assertivas Q1, Q3, Q5, Q6, Q7, Q10, Q12, Q16, Q20, Q22, Q24, Q25, Q26, Q27, Q29, Q31, Q33, Q36 e Q37, que aparecem destacadas em verde, apresentam maior contribuição no Componente 2 (eixo Y) do que no Componente 1 (eixo X).

Analisando o conteúdo destas assertivas, concluiu-se que as assertivas que compõem o Componente 1 exigem do respondente a presença de conhecimentos biológicos específicos de uma dada subárea da biologia. Já as assertivas que fazem parte do Componente 2 demandam que os respondentes sejam capazes de articular as diferentes áreas das Ciências Biológicas. Entendemos que a compreensão conceitual específica é importante e necessária, pois por meio desta o aluno pode construir uma compreensão clara, entre, por exemplo, forma e função de inúmeros fenômenos que ocorrem entre os seres vivos, e até mesmo no ambiente interno de algum organismo. Ao mesmo tempo, entende-se que o conhecimento científico deve alcançar tal grau de organização que possa relacionar os múltiplos níveis das interações biológicas, gerando uma compreensão sistêmica sobre a organização dos seres vivos. Por meio dessa articulação, o indivíduo

se torna apto a compreender, aceitar e aplicar os conhecimentos biológicos e suas teorias, como, por exemplo, a da evolução biológica, para construir as próprias investigações científicas ou transposições didáticas (Smith, M.U., 2010). Sendo assim, compreende-se que é importante que futuros biólogos e professores de biologia apresentem um bom desempenho tanto nas assertivas relacionadas ao Componente 1 quanto ao Componente 2, isto é, referentes aos conhecimentos biológicos e a inter-relação destes.

Pela avaliação das características das assertivas que compuseram o eixo temático 1 (C1), denominou-se este eixo temático de “Conhecimento Biológico”. Em relação ao grupo de assertivas vinculadas ao eixo temático 2 (C2), uma vez que estas procuram avaliar a presença de uma visão sistêmica dos fenômenos naturais, denominou-se este eixo de “Articulação entre os Conhecimentos Biológicos”.

É possível verificar, na Figura 3, em quais quadrantes as assertivas propostas se configuram em relação aos dois eixos temáticos definidos. Percebe-se a existência de uma dualidade em cada um dos eixos. Assim, o eixo 1 apresenta a dualidade ausência de conhecimento biológico – presença de conhecimento biológico, enquanto que o eixo 2 apresenta a dualidade conhecimento relacional, sistêmico – conhecimento fragmentado, desarticulado. Ainda, pela análise da figura é possível perceber que a ênfase da escala avaliativa proposta recai no objetivo de perceber se o conhecimento biológico é apresentado de forma fragmentada ou sistêmica pelos respondentes.

Aplicabilidade do instrumento

Após a construção e validação do instrumento de coleta de dados, tal como apresentado neste trabalho, considera-se que este adquiriu condição de ser aplicado em diferentes amostras e situações.

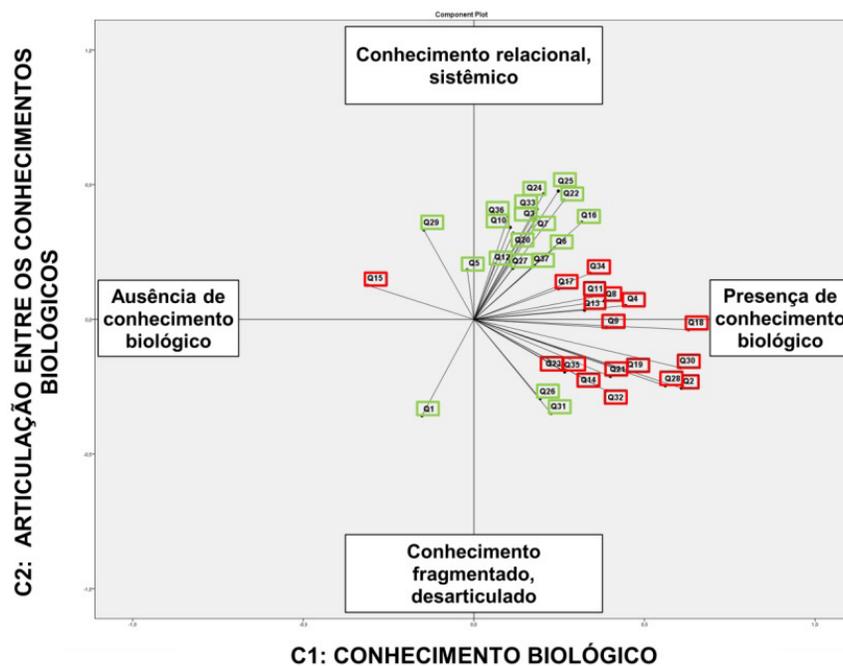


Figura 3. Gráfico das Correlações. Gráfico de correlações das variáveis que analisa o significado do espaço definido pelos dois eixos principais (duas componentes principais da ACP). As assertivas em vermelho apresentam maior representatividade no Componente 1 e as em verde apresentam maior representatividade no Componente 2. Figura extraída do software estatístico SPSS®.

Para a análise dos dados, sugere-se a Análise dos Componentes Principais (ACP) e a identificação da frequência das respostas concordantes e discordantes de cada assertiva. A ACP permitirá ao investigador analisar se sua amostra tende a apresentar um maior ou menor grau de conhecimentos biológicos e suas inter-relações, ao verificar em qual quadrante do Gráfico de Correlações as variáveis seu grupo amostral se encontra. Já a análise de frequências das respostas permite ao pesquisador uma análise mais aprofundada dos dados obtidos, ao comparar as porcentagens de respostas em um determinado grupo de sujeitos. Indica-se, também, que seja realizada a correlação entre as assertivas por meio do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). Segundo P. R. Silva *et al*(2012), este coeficiente mede o grau entre duas variáveis de escala métrica. O coeficiente r pode variar de -1 a 1. O valor $r = 1$ significa uma correlação linear perfeita entre as duas variáveis, $r = -1$ é uma correlação linear negativa perfeita, isto é, quando uma aumenta a outra diminui e para $r = 0$ não há uma correlação linear entre as variáveis. Quando o valor de r for maior que 0,70 têm-se uma forte correlação, r entre 0,20 e 0,70 indica uma correlação moderada e r entre 0 e 0,20 demonstra uma correlação fraca.

Como exemplo da correlação entre variáveis pode-se avaliar a seguinte situação hipotética: supondo-se que um respondente assinale que “Concorda plenamente” com a assertiva “Q12: As reações metabólicas de um ser vivo são controladas pelos seus genes”, a dúvida é: (i) este respondente concordou com esta assertiva porque entende que os genes controlam as reações metabólicas que ocorrem em um ser vivo, porém sabe que essas reações dependem também de outros fatores, como, por exemplo, os ambientais; ou (ii) este respondente apresenta uma visão reducionista de herança em função apenas do DNA? A aplicação do Coeficiente de Correlação de Pearson permite ao pesquisador obter indicativos que permitam responder a esta pergunta. Possivelmente se o respondente apresenta uma visão mais genocêntrica (ou seja, reducionista), a assertiva Q12 apresentará uma correlação

moderada ou fortemente positiva com as assertivas “Q4: Os processos metabólicos que influenciam a ação do gene independem de fatores ambientais” e “Q9: Filhos de pais diabéticos sempre desenvolverão diabetes na idade adulta”, pois provavelmente este sujeito, ao concordar com Q12, concordará também com Q4 e Q9. Por outro lado, um sujeito que concordou com Q12 e apresenta uma concepção mais sistêmica e relacional, tenderá a discordar de Q4 e Q9, ou seja, a correlação será moderada ou fortemente negativa.

Considerações Finais

No início do desenvolvimento desta investigação foi realizada uma parcimoniosa revisão bibliográfica que permitiu a conclusão de que não havia, no Brasil, um instrumento de coleta de dados capaz de relacionar, em dois eixos complementares, o conhecimento científico dos respondentes e as inter-relações que os mesmos estabelecem entre esses conhecimentos. Notou-se, também, que são bastante raros os instrumentos de coleta de dados quantitativos na área de Ensino de Biologia. Contudo, entende-se que este tipo de instrumento permite que uma grande quantidade de dados seja coletada e que grupos possam ser eficientemente comparados, o que justificou a elaboração de escala avaliativa aqui apresentada.

Ressalta-se a importância da validação semântica e estatística apresentada nesse artigo por meio dos testes Alpha de Cronbach ($\alpha = 0,741$), KMO (0,779) e Bartlett (0,000). Esses testes se mostram indispensáveis na construção da escala assertiva, uma vez que aumentou sua confiabilidade, permitindo que o instrumento proposto possa ser utilizado em outras pesquisas, pois diminui o risco, sempre presente nos questionários abertos, de questões muito subjetivas que possibilitam respostas muito abrangentes ou lacônicas por parte dos respondentes.

Apesar da importância das análises quantitativas, destaca-se que esta deve ser mais uma forma de

pesquisa e não a única a ser utilizada pelo pesquisador na área de ensino e de educação para buscar respostas para seus problemas de pesquisas. Tais análises podem auxiliar na minimização da subjetividade presente nas análises qualitativas e ser utilizadas, muitas vezes, de modo complementar a dados qualitativos nas pesquisas desenvolvidas.

Apoio

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências Bibliográficas

- AGNOLETTI, R.; BELLINI, M. A representação social do conceito de evolução de Darwin por professores de biologia. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 12-31, 2012.
- ALMEIDA, A.V.; FALCÃO, J.T.R. As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de biologia no Brasil. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 3, p. 649-665, 2010.
- ANASTASIOU, L.G.C. A re-organização curricular: do currículo grade ao integrado. In: PEREIRA, M. J. L.; COELHO, E. B. S.; ROS, M. A. D. (org). **Da proposta à ação: currículo de medicina da UFSC**, p.121-140. Florianópolis: Editora UFSC, 2005.
- ANDRADE, M.A.B.S. **A epistemologia da biologia na formação de pesquisadores: compreensão sistêmica de fenômenos moleculares**. 233 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2011.
- ARAÚJO, E.S.N.N.; *et al.* Concepções criacionistas e evolucionistas de professores em formação e em exercício. In: VII ENPEC ENCONTRO NACIONAL DOS PESQUISADORES DE CIÊNCIAS, v. 1. p. 1-12. Florianópolis, ABRAPEC, 2009.
- ARAÚJO, L.A. **Obstáculos à compreensão do pensamento evolutivo: análise em livros didáticos de biologia do Ensino Médio**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.
- AUGUSTO, T.G.S.; CALDEIRA, A.M.A. A Interdisciplinaridade na Educação em Ciências: professores de Ensino Médio em Formação em Serviço. In: ARAÚJO, E.S.N.N.; CALUZI, J.J.; CALDEIRA, A.M.A. (Orgs). **Práticas integradas para o ensino de biologia**. São Paulo: Escrituras, p.19-35, 2008.
- BABBIE, E. **Métodos de pesquisas de Survey**. 3ª reimpressão. Tradução de Guilherme Cezarino. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Tradução de Adriano Sanches Melo. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- BIZZO, N.; ALMEIDA, A.V.; FALCÃO, T.R. A compreensão de estudantes dos modelos de evolução biológica: duas aproximações. In: VI ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2007.
- BONITO, J.; *et al.* A Complexidade do Tempo Geológico e a sua Aprendizagem com Alunos Portugueses (12-13 anos). **Terræ Didática**, v. 7, n. 1, p. 60-71, 2011.
- BRANDO, F.R. **Proposta didática para o ensino médio de biologia: as relações ecológicas no cerrado**. 221 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2010.
- BRANDO, F.R.; CAVASSAN, O.; CALDEIRA, A.M.A. Ensino de Ecologia: dificuldades conceituais e metodológicas em alunos de iniciação científica. In: CALDEIRA, A.M.A. (Org.). **Ensino de ciências e matemática, II: temas sobre a formação de conceitos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, v. II, p. 13-31, 2009.
- CARNEIRO, A.P.N. **A evolução biológica aos olhos de professores não-licenciados**. 137f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- CORRÊA, A.L.; *et al.* História e Filosofia da Biologia como ferramenta no Ensino de Evolução na formação inicial de professores de Biologia. **Filosofia e História da Biologia**, v. 5, n. 2, p. 217-237, 2010.

- CORRÊA, A.L.; MEGLHIORATTI, F.A.; CALDEIRA, A.M.A. O uso da história e filosofia da biologia para o ensino de evolução na formação inicial de professores de biologia. In: CARNEIRO, M.C. (Org.). **História e filosofia das ciências e o ensino de ciências**. São Paulo: Editora Unesp, p. 116-133, 2011.
- COSTA, L.; MELO, P.L.C.; TEIXEIRA, F.M. Reflexões acerca das diferentes visões de alunos do ensino médio sobre a origem da diversidade biológica. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 115-128, 2011.
- CUNHA, A.M. **Ciência, Tecnologia e Sociedade na Óptica Docente: Construção e Validação de Uma Escala de Atitudes**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- DEVELLIS, R.F. **Scale development: Theory and applications**. Newbury Park, CA: SAGE Publications, 1991.
- DODICK, J. Understanding evolutionary change within the framework of geological time. **McGill Journal of Education**, v. 42, n. 2, p. 245-264, 2007.
- EL-HANI, C.N.; EMMECHE, C. On some theoretical-grounds for an organism-centered biology: property emergence, supervenience, and downward causation. **Theory in Biosciences**, v. 119, n. 3-4, p. 234-275, 2000.
- FUTUYMA, D. **Biologia Evolutiva**. 2ª ed. Coordenador de tradução Mário de Vivo; Coordenador de revisão técnica Fábio de Melo. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2002.
- GAGLIARDI, R. Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigacion. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, p. 30-35, 1986.
- GASTAL, M.L.; *et al.* Progreso, adaptación e teleologia em evolução: o que aprendemos, o que entendemos e o que ensinamos? In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2009.
- GERSTEIN, M.B.; *et al.* What is a gene, post encode? History and updated definition. **Genome research**, v. 17, p. 669–681, 2007.
- GOEDERT, L. **A formação do professor de biologia na UFSC e o ensino da evolução biológica**. Florianópolis. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- GOULD, S.; LEWONTIN, R. The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme. **Proceedings of The Royal Society of London**, v. 205, p. 581-598, 1979.
- GRENE, M.; DEPEW, D. **The Philosophy of Biology: an episodic history**. Cambridge: University Press, 2004.
- HAIR, J.F.; *et al.* **Multivariate Data Analysis**. 5ª ed. Prentice Hall, 1998.
- JABLONKA, E. The systems of inheritance. In: OYAMA, S.; GRIFFITHS, P.E.; GRAY, R. (ed.). **Cycles of contingency: developmental systems and evolution**. Cambridge, Massachusetts/ London, England: MIT Press, p.99-116, 2001.
- JOAQUIM, L. M.; *et al.* Concepções de estudantes de graduação de biologia da UFPR e UFBA sobre genes e sua mudança pelo ensino de genética. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Florianópolis, ABRAPEC, 2007.
- JOAQUIM, L. M.; EL-HANI, C.N. A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene. **Scientiæ Studia**, v. 8, n. 1, p. 93-128, 2010.
- JUSTINA, L. A. D. **Investigação sobre um grupo de pesquisa como espaço coletivo de formação inicial de professores e pesquisadores de biologia**. 238 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2011.
- JUSTINA, L. A. D.; MEGLHIORATTI, F. A.; CALDEIRA, A. M. A. (Re)construção de conceitos biológicos na formação inicial de professores e proposição de um modelo explicativo para a relação genótipo e fenótipo. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 14, n. 03, p. 65-84, 2012.
- KELLER, E.F. **O século do gene**. Belo Horizonte: Editora Crisálida, 2002.

- KOVALESKI, A.; PILATTI, L. A. **Ferramenta freeware para a realização do cálculo do Coeficiente Alpha de Cronbach**. Ponta Grossa: Fundação Araucária, 2010.
- LEWONTIN, R. **A tripla hélice: gene, organismo e ambiente**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? **Laboratório de Psicologia**, v. 4, n. 1, p. 65-90, 2006.
- MAYR, E. **O que é a evolução**. Rio de Janeiro: Rocco, 2009.
- MEGLHIORATTI, F.A. **História da construção do conceito de evolução biológica: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de Biologia**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.
- _____. **O conceito de organismo: uma introdução à epistemologia do conhecimento biológico na formação de graduandos de biologia**. 254f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2009.
- MEGLHIORATTI, F. A.; *et al.* A compreensão de sistemas biológicos a partir de uma abordagem hierárquica: contribuições para a formação de pesquisadores. **Filosofia e História da Biologia**, v. 3, p. 119-138, 2008.
- MEGLHIORATTI, F. A.; *et al.* A integração conceitual no ensino de biologia: uma proposta hierárquica de organização do conhecimento biológico. In: CALDEIRA, A.M.A.; ARAUJO, E.S.N.N. (orgs). **Introdução à didática da biologia**. São Paulo: Escrituras, p. 189- 205, 2009.
- MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: Editora Unesp, 2005.
- MINGOTI, S.A. **Análise de Dados Através de Métodos de Estatística Multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- MORIN, E. A cabeça bem feita. **Repensar a reforma repensar o pensamento**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil Ltda, 2002.
- NICOLINI, L. P.; FALCÃO, E. B. M.; FARIA, F. S. Origem da vida: como licenciandos em ciências biológicas lidam com este tema? **Ciência & Educação**, v. 16, n. 2, p. 355-367, 2010.
- NUNNALLY, J. C. **Psychometric theory**. New York: McGraw-Hill Inc, 1978.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
- OLIVEIRA, T. B. **Uma pesquisa didático-epistemológica na formação inicial em ciências biológicas: “como a evolução forjou a grande quantidade de criaturas que habitam o nosso planeta”?** 2015, 209p., Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Bauru, 2015.
- OYAMA, S.; GRIFFITHS, P.E.; GRAY, R. Introduction: what is developmental systems theory? In: **Cycles of contingency: developmental systems and evolution**. Cambridge, Massachusetts/ London, England: MIT Press, p.1-11, 2001.
- PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS**. 2ª Edição. Lisboa: Edições Sílabo, 2005.
- PINTO-COELHO, R.M. **Fundamentos da Ecologia**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- POLINARSKI, C.A. **Formação inicial do professor: caracterização de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais**. 161 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – UEM, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.
- RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2003.
- SANTOS, W. B.; EL-HANI, C.N. A abordagem do pluralismo de processos e da evo-devo em livros didáticos de biologia evolutiva e zoologia de vertebrados. **Revista Ensaio**, v. 15, n. 3, p. 199-216, 2013.
- SCHNEIDER, E. M.; *et al.* Conceitos de gene: Construção histórico-epistemológica e percepções de professores do Ensino Superior. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 201-222, 2011.

- SCHNEIDER, E. M.; MEGLHIORATTI, F. A.; OLIVEIRA, J. M. P. Uma proposta de sequência didática interdisciplinar para o ensino fundamental. In IV SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO XXIV SEMANA DA PEDAGOGIA, Cascavel. **Anais... UNIOESTE**, 2014.
- SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C.N. Adaptacionismo versus exaptacionismo: o que este debate tem a dizer ao ensino de evolução? **Ciência e Ambiente**, v. 36, p. 93-124, 2008.
- SILVA, P. R.; *et al.* Construção e validação de questionário para análise de concepções bioéticas. **Revista Bioética**, v. 20, n. 3, p. 490-501, 2012.
- SMITH, M. U. Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: I. Philosophical/Epistemological Issues. **Science & Education**, v. 19, p. 523-538, 2010.
- SMITH, M. U.; ADKISON, L. R. Updating the model definition of the gene in the modern genomic era with implications for instruction. **Science & Education**, v. 19, p. 1-20, 2010.
- STERELNY, K.; GRIFFITHS, P. E. **Sex and Death: an introduction to philosophy of biology**. Chicago: University of Chicago Press, 1999.
- WANDERSEE, J. H.; FISHER, K. M.; MOODY, D. E. The Nature of Biology Knowledge. In: FISHER, K. M; WANDERSEE, J. H.; MOODY, D.E. **Mapping Biology Knowledge**. Boston: Kluwer Academic Publishers, p.25-37, 2001.



EDITORIAL

Retos de la enseñanza de la astronomía en Latinoamérica

Néstor Camino, Roberto Nardi, Rosa I. Pedreros M., Edwin G. García, Olga Castiblanco

HISTORIAS DE VIDA

Entrevista Isabel Cristina De Castro Monteiro

ARTÍCULOS

El uso de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física: una aplicación para el electromagnetismo
The use of history of science in physics teaching: an application for electromagnetism

María Andrea Perea, Laura María Buteler

Possibilidades de se promover a necessidade de pertencimento em aulas de física
Possibilities to promote the need for relationship in physics classrooms

Luiz Clement, Nayra Luiza Carminatti, José Francisco Custódio, José de Pinho Alves Filho

De la paideia griega y términos de la probabilidad
Greek paideia and terms of probability

Fernando Leon Parada

Desenvolvimento de competências estatísticas: análise de um caso de ensino por investigação
Development of statistical skills: analysis of a investigation

Willian Damin, Guataçara dos Santos Junior, Rudolph dos Santos Gomes Pereira

O céu noturno como cenário do tempo: uma possibilidade para o ensino de astronomia
The night sky as weather scenario: a possibility for astronomy education

Laryane Alves de Alcântara, Alessandra Alexandre Freixo

O desempenho de alunos brasileiros e a avaliação pisa: alguns aspectos para discussão
The brazilian students' performance and the PISA assessment: some aspects for discussion

Andreia Freitas Zompero, Helenara Regina Samapio, Karen Mayara Vieira

O desenvolvimento do argumento e o aprimoramento dos aspectos semânticos e pragmáticos da linguagem oral, mediante o ensino por investigação

The development of argument and improvement of semantic and pragmatic aspects of oral language by investigative

Wanessa H. Pickina Silva Suzuki, Andreia de Freitas Zompero

O uso de pressupostos teóricos da teoria da aprendizagem significativa no estudo acerca de análise combinatória
The use of theoretical assumptions of the theory of meaningful learning in the study about análise combinatory

Wanderley Pivatto Brum, Isabel Regine Depiné Poffo

Proposta de instrumento diagnóstico para fornecer indicativos acerca da compreensão dos conhecimentos biológicos e suas inter-relações

Proposition of diagnostic tool to provide indicatives about the understanding of biological knowledge and their interrelationships

Ana Maria De Andrade Caldeira, Paloma Rodrigues Siebert, André Luis Corrêa, Fernanda Aparecida, Meghioratti, Fernanda Da Rocha Brando, Fúlvia Eloá Maricato, Lourdes Aparecida Della Justina, Mariana Aparecida Bologna Soares De Andrade, Thais Benetti De Oliveira, Thais Gimenez Da Silva Augusto



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Facultad de Ciencias y Educación

