



REVISTA INTERNACIONAL DE  
APRENDIZAJE EN CIENCIA,  
MATEMÁTICAS  
Y TECNOLOGÍA

COLECCIÓN DE EDUCACIÓN Y APRENDIZAJE

VOLUMEN 3  
NÚMERO 1

# Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencia, Matemáticas y Tecnología

.....  
VOLUMEN 3 NÚMERO 1

GLOBAL  KNOWLEDGE  
ACADEMICS

REVISTA INTERNACIONAL DE APRENDIZAJE EN CIENCIA, MATEMÁTICAS Y TECNOLOGÍA  
[www.sobrelaeducacion.com](http://www.sobrelaeducacion.com)

Publicado en 2016 en Madrid, España  
por Global Knowledge Academics S.L.  
[www.gkacademics.es](http://www.gkacademics.es)

ISSN: 2386-8791

© 2016 (artículos individuales), el autor(es)  
© 2016 (selección y material editorial) Global Knowledge Academics

Todos los derechos reservados. Aparte de la utilización justa con propósitos de estudio, investigación, crítica o reseña como los permitidos bajo la pertinente legislación de derechos de autor, no se puede reproducir mediante cualquier proceso parte alguna de esta obra sin el permiso por escrito de la editorial. Para permisos y demás preguntas, por favor contacte con <[soporte@gkacademics.com](mailto:soporte@gkacademics.com)>.

REVISTA INTERNACIONAL DE APRENDIZAJE EN CIENCIA, MATEMÁTICAS Y TECNOLOGÍA  
es revisada por expertos y respaldada por un proceso de publicación  
basado en el rigor y en criterios de calidad académica, asegurando así que solo los  
trabajos intelectuales significativos sean publicados.

# Asuntos y Alcance

---

La *Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencia, Matemáticas y Tecnología* pretende promover la investigación, invitar al diálogo y construir un conjunto de conocimientos sobre la naturaleza y el futuro de la educación, la enseñanza y el aprendizaje.

La *Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencia, Matemáticas y Tecnología* es revisada por expertos y respaldada por un proceso de publicación basado en el rigor y en criterios de calidad académica, asegurando así que solo los trabajos intelectuales significativos sean publicados. La revista acepta artículos escritos en español y en portugués.

## NUEVO APRENDIZAJE

---

Quizá hayamos escuchado hablar en los últimos años de “sociedad del conocimiento” y “nueva economía” y lo habremos tomado con gran escepticismo, como hacíamos anteriormente cuando se hablaba de una nueva sociedad. Sin embargo, como educadores, tenemos que diferenciar entre la mera retórica y aquello que es genuinamente nuevo en nuestra época. Debemos aprovechar el significado del discurso público contemporáneo y clarificar nuestra posición. ¿Y qué es más apropiado que hacerlo en una era que se describe a sí misma como una “sociedad de conocimiento”? Esta es nuestra oportunidad: la cuestión del conocimiento es nada más y nada menos que la cuestión del aprendizaje. Seguramente también este nuevo tipo de sociedad requiere un nuevo tipo de aprendizaje y esto a su vez un nuevo estatuto social que se adscriba a la educación.

De este modo es cómo podemos abordar las dimensiones de un “nuevo aprendizaje”. Así es también como podemos imaginar una sociedad mejor que sitúe la educación en el corazón de las cosas. Este corazón quizás sea económico en el sentido de que se sitúa dentro de la ambición personal o la automejora material. Sin embargo, de la misma manera, la educación es un espacio que hay que volver a imaginar para tratar de llegar a un mundo nuevo y mejor que nos proporcione a todos materiales de mejor calidad, así como beneficios medioambientales y culturales. La educación debe ser sin duda un lugar abierto a posibilidades, para el crecimiento personal, para la transformación social y para la profundización de la democracia. Esta es la agenda del “nuevo aprendizaje”, explícito e implícito. Esta agenda recoge si nuestro trabajo y pensamiento es expansivo y filosófico o local y finamente granado.

## EL ESTUDIANTE

---

Sin embargo, no existe el aprendizaje sin los estudiantes que aprenden, en toda su diversidad. Es un rasgo distintivo del nuevo aprendizaje reconocer la enorme variabilidad de las circunstancias del mundo actual que los estudiantes contagian al aprendizaje.

Las estadísticas demográficas siempre recogen los mismos datos: lo material (clase, local, circunstancias familiares), lo corporal (edad, raza, sexo y sexualidad, y características físicas y mentales) y lo simbólico (cultura, lenguaje, género, afinidad y persona). Este es un punto de partida conceptual que nos ayuda a explicar los modelos de narración de los resultados educativos y sociales.

Detrás de estas estadísticas demográficas están personas reales, que siempre han aprendido y cuyo ámbito de posibilidad de aprendizaje es ilimitado pero está restringido por lo que ya han aprendido anteriormente y por aquello en lo que se han convertido mediante ese aprendizaje.

Aquí encontramos la diversidad del material en bruto, de experiencias humanas, temperamentos, sensibilidades, epistemologías y visiones del mundo. Estas son siempre mucho más variadas y complejas que lo que un primer vistazo a las estadísticas demográficas podría sugerir. El aprendizaje tiene éxito o fracasa en la medida en que se compromete con las distintas identidades y subjetividades de los estudiantes. El compromiso produce oportunidad, equidad y participación. La falta de compromiso atrae el fracaso, la desventaja y la inequidad.

## LA PEDAGOGÍA

.....

¿Qué conlleva el compromiso? El aprendizaje consiste en cómo una persona grupo llega a saber, y el conocimiento consiste en distintos tipos de acciones. En el aprendizaje, el que conoce se posiciona respecto a lo cognoscible, y se compromete con ello (mediante la experiencia, la conceptualización o mediante la aplicación práctica, por ejemplo). Quien aprende implica su propia persona, su subjetividad, en el proceso de conocimiento. Cuando se produce el compromiso, la persona se transforma. Sus horizontes de conocimiento y actuación se han ampliado. La pedagogía es ciencia y práctica de la dinámica del conocimiento. Y la valoración de esto es una medida pedagógica: interpretar la forma y extensión de la transformación del cognoscente.

## EL CURRÍCULO

.....

En lugares de enseñanza y aprendizaje sistemáticos, la pedagogía tiene lugar dentro de grandes estructuras en las que a los procesos de compromiso se les otorga una estructura y un orden, a menudo definidos por el contenido y la metodología, de ahí que existan distintas “disciplinas”. Por tanto, quizás debemos preguntarnos: ¿cuál es la naturaleza y el futuro de la “alfabetización”, de la “aritmética”, de la “ciencia”, de la “historia”, de los “estudios sociales”, de la “economía”, de la “educación física” y similares? ¿Cómo están conectados, entre ellos, en un mundo en estado de transformación dinámica? ¿Y cómo evaluamos Su efectividad como currículum?

## LA EDUCACIÓN

.....

El aprendizaje se produce en cualquier sitio y en todo momento. Es una parte intrínseca de la naturaleza humana. La educación consiste en aprender mediante diseño, en escenarios comunitarios especialmente diseñados como tales: las instituciones de la edad infantil, la escuela, la formación técnica/vocacional, la universidad y la educación adulta. La educación también adopta maneras informales o semiformales dentro de escenarios cuyo fundamento primordial es comercial o comunitario, incluidos lugares de trabajo, grupos de la comunidad, lugares públicos o domésticos. ¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre estos escenarios? ¿Y cómo se relacionan unos con otros?

La *Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencia, Matemáticas y Tecnología* proporciona un foro para el diálogo sobre la naturaleza y el futuro del aprendizaje. Es un lugar para presentar investigaciones y reflexiones sobre educación, tanto en términos generales como en cuanto a trabajos prácticos detallados. Tratan de construir una agenda para el nuevo aprendizaje, y de manera más ambiciosa una agenda para una sociedad del conocimiento que es tan buena como lo que su nombre promete.

# Índice

<b>A mediação de diálogos com heterogeneidade de linguagens entre Formadores de Professores e o processo de construção de um aplicativo móvel para o Ensino de Química .....</b>	<b>1</b>
<i>Otávio Torreão Vasconcelos Gaião, Liliane da Silva Coelho Jacon, Ana Carolina Garcia de Oliveira, Irene Cristina de Mello</i>	
<b>Interés y motivación de los alumnos hacia las matemáticas: autopercepción de los más capaces .....</b>	<b>13</b>
<i>Ramón García Perales</i>	
<b>El modelo de barras: una estrategia para resolver problemas de enunciado en Primaria .....</b>	<b>23</b>
<i>Sergio Urbano Ruiz, José Antonio Fernández Bravo, María Pilar Fernández Palop</i>	
<b>O mapa conceitual como recurso didático facilitador da aprendizagem significativa de conceitos sobre o tema nutrição .....</b>	<b>39</b>
<i>Felipa Pacifico Ribeiro de Assis Silveira, Conceição Aparecida Soares Mendonça</i>	
<b>Gestión de conocimiento desde el aprendizaje basado en realidades apoyado en la simulación: casos de aplicación .....</b>	<b>55</b>
<i>Milton César García Castiblanco</i>	
<b>Recordar el pasado... insumo para reflexionar sobre cómo enseñar ciencias naturales .....</b>	<b>73</b>
<i>Ma. Mercedes Jiménez Narváez</i>	
<b>Percepção da ciência entre professores do ensino médio: comparação do consumo de informação científica entre docentes, estudantes e população de São Paulo .....</b>	<b>81</b>
<i>Márcia Azevedo Coelho, Ana Paula Morales, Carlos Vogt</i>	

# Table of Contents

<b>Mediation Dialogues with Heterogeneity of Language among Teacher Trainers and the Process of Construction of an Application for the Teaching of Chemistry .....</b>	<b>1</b>
<i>Otávio Torreão Vasconcelos Gaião, Liliane da Silva Coelho Jacon, Ana Carolina Garcia de Oliveira, Irene Cristina de Mello</i>	
<b>Interest and Motivation of the Students Toward the Mathematics: Self-Perception of the Most Capable .....</b>	<b>13</b>
<i>Ramón García Perales</i>	
<b>The Bar Model Method: a Strategy to Solve Word Problems in Primary .....</b>	<b>23</b>
<i>Sergio Urbano Ruiz, José Antonio Fernández Bravo, María Pilar Fernández Palop</i>	
<b>The Concept Map as a Teaching Resource Facilitador of Learning Concepts on the Nutrition Theme .....</b>	<b>39</b>
<i>Felipa Pacífico Ribeiro de Assis Silveira, Conceição Aparecida Soares Mendonça</i>	
<b>Knowledge Management from Realities Based Learning Supported by Simulation: Application Cases .....</b>	<b>55</b>
<i>Milton César García Castiblanco</i>	
<b>Beyond the Past... a Pause to Thought How to Teach Natural Sciences .....</b>	<b>73</b>
<i>Ma. Mercedes Jiménez Narváez</i>	
<b>Perception of Science among High School Teachers: Comparison of Scientific Information Consumption among Teachers, Students and the Population of São Paulo .....</b>	<b>81</b>
<i>Ana Paula Morales, Márcia Azevedo Coelho, Carlos Vogt</i>	

# A mediação de diálogos com heterogeneidade de linguagens entre Formadores de Professores e o processo de construção de um aplicativo móvel para o Ensino de Química

Otávio Torreão Vasconcelos Gaião, Universidade Federal de Rondônia UNIR, Brasil  
Liliane da Silva Coelho Jacon, Universidade Federal de Rondônia UNIR, Brasil  
Ana Carolina Garcia de Oliveira, Universidade Federal de Rondônia UNIR, Brasil  
Irene Cristina de Mello, Universidade Federal do Mato Grosso UFMT, Brasil

**Resumo:** A possibilidade de acessar e produzir informações utilizando dispositivos móveis com acesso à Internet e conexão sem fio está revolucionando o funcionamento de diversas instituições, entre elas, a escola. No entanto, a chegada dessa tecnologia exige habilidades do professor, desafiando-o a reformular a sua prática de ensino para uma efetiva aprendizagem. Este artigo apresenta os resultados parciais de uma pesquisa exploratória, baseada nos pressupostos teóricos de Bakhtin, que teve por objetivo analisar as linguagens pluridirecionadas da interação dialógica entre uma formadora de professores de química e uma pesquisadora de informática e educação, visando discutir e refletir sobre o emprego da mobilidade na educação química. Estes encontros possibilitaram a emergência de novas ideias e, decorrente destas reflexões, apresenta um aplicativo (em fase de construção) intitulado “Laboratório Virtual de Química” que simula a realização de experimentos químicos focando reações de precipitação no estudo das relações estequiométricas.

**Palavras-chave:** diálogos, dispositivos móveis, formadores de professores, linguagens

**Summary:** The possibility to access and produce information using mobile devices connected to the Internet and wireless connection is revolutionizing the functioning of various institutions, among them, the school. Nevertheless, the arrival of this technology requires teacher's skills, as it challenges them to rethink their way of teaching for effective learning. This article presents partial results of an exploratory study, based on Bakhtin's theoretical framework, who aimed at analyzing the “pluridirecionadas” languages of interaction between a professor for Chemistry students who are aiming for a teaching career and a research professor of computer science and education, to discuss and reflect on the use of mobile devices in chemical education. These meeting enabled the emergence of new ideas and presents an application (under construction) called “Virtual Chemistry Laboratory” which simulates chemical experiments focusing on precipitation reactions in the study of stoichiometric ratio.

**Keywords:** Dialogues, Mobile Devices, Teacher Trainers, Languages

## Introdução

Nas últimas décadas assiste-se a um acentuado movimento de transformação nas organizações sociais, impulsionado pelos avanços científicos e por um crescente desenvolvimento tecnológico. A conexão, muito além da rede mundial de computadores, passou a ser entendida como uma rede entre pessoas. E, neste cenário, os dispositivos móveis despontam-se como os protagonistas na garantia de um recurso favorável à conexão, minimizando sobremaneira as limitações espaço-temporais dos sujeitos.

Aprende-se com mobilidade (enquanto se está em movimento), quando pessoas aproveitam os mais diferentes locais, a qualquer horário, para desenvolver atividades que envolva aprendizagem, sejam elas de maneira formal (escolas, faculdades) ou informal (empresas, organizações) (Saccol *et al.*, 2012, p.5). Parece natural, portanto, que em tempos atuais, exista um apelo cada vez maior para a inclusão de dispositivos móveis em sala de aula, tais como os *tablets*, celulares, *smartphones*, entre outros, disponibilizados com o intuito de melhorar o aprendizado e as práticas de ensino.



Repensar a educação a partir dessa realidade, e dos desafios que ela traz consigo, requer a compreensão da função docente diante das possibilidades oferecidas pela informática educativa e, em especial, os dispositivos móveis no contexto escolar. Um das principais dificuldades é devido ao pouco incentivo à incorporação de tecnologias nos currículos dos cursos de formação inicial (licenciaturas). É preciso realizar processos de reforma educacional na formação inicial que resultem em modificação das práticas dos formadores na preparação destes futuros professores, visando incorporar essa tecnologia móvel. Desta forma, surgem alguns questionamentos: Como um formador de professores pode empregar pedagogicamente essa tecnologia de conexão à rede sem fio e o uso de dispositivos móveis em sua prática escolar e, em especial, no ensino de química? Vale lembrar que a aproximação entre professor e tecnologia deve ocorrer, de preferência, nas licenciaturas e nos cursos de pedagogia.

Uma possibilidade para viabilizar esta “aproximação” com os professores formadores é a realização de encontros com profissionais de informática para discutir, refletir e dialogar sobre a incorporação dos dispositivos móveis no processo de ensino-aprendizagem. Nesta contextura, parte-se do pressuposto que a relação entre esses educadores e profissionais de informática deve ser a de parceiros solidários, que enfrentam desafios e se apropriam da cooperação e da criatividade para tornar a aprendizagem colaborativa, significativa, crítica e transformadora, a fim de que daí possam emergir ideias e propostas.

Nesta pesquisa, duas educadoras, uma delas formadora de professores de Química e a outra, professora pesquisadora de informática e educação, aceitam o desafio em promover encontros numa perspectiva dialógica, com o objetivo de construir atividades didático-pedagógicas utilizando dispositivos móveis. Decorrente destes diálogos, a professora pesquisadora de informática e educação, orienta um aluno de graduação em licenciatura em Informática, a construir um aplicativo para dispositivos móveis (plataforma Android).

## 2. A mediação dos diálogos com heterogeneidade de linguagens: a contribuição da teoria bakhtiniana

Um dos aspectos mais inovadores da produção de Mikhail Bakhtin foi enxergar a **linguagem** como um constante processo de interação mediado pelo diálogo e não apenas como um sistema autônomo. O sujeito se constitui no processo de interação com outros sujeitos, com outros discursos; e ao se constituir se modifica, se altera (Ferreira, 2012). E é neste processo de interação entre interlocutores que a linguagem se estabelece. Para Bakhtin, a verdade não se encontra no interior de uma única pessoa, mas está na interação dialógica entre pessoas que a procuram coletivamente. Ao falar, o interlocutor modifica, acrescenta, exclui, torce os significados codificados pela língua.

Dialogismo, segundo o dicionário Houaiss, significa a “arte de dialogar”. Neste processo, busca-se compreender o sujeito da pesquisa, mas é fundamental que se trabalhe a diferença do lugar entre a pessoa que olha/fala e a pessoa que vê/escuta, incluindo a bagagem teórica e as concepções de cada um.

Na teoria bakhtiniana, o dialogismo pode ser interpretado como o elemento que instaura a natureza interdiscursiva da linguagem, na medida em que diz respeito “ao permanente diálogo, nem sempre simétrico e harmonioso, que existe entre os diferentes discursos que configuram uma comunidade, uma cultura, uma sociedade” (Brait, 1997, p. 98). Quando há um comprometimento de parceria entre os interlocutores, permeado por um constante diálogo, permite que se criem espaços onde o sujeito possa refletir sobre o seu pensar. Esta interação propõe que não haja uma fusão de vozes, mas que o caráter do diálogo permita que duas vozes sejam ouvidas (Bakhtin, 2006).

A heterogeneidade das linguagens pluridirecionadas entre interlocutoras da Educação Química e da Informática compreende o reconhecimento das seguintes linguagens:

- **Linguagem Química:** Os profissionais desta área de conhecimento utilizam representações químicas como forma de comunicação entre eles. Um fenômeno pode ser representado por símbolos, fórmulas e equações químicas. As representações químicas utilizadas para comunicação entre os profissionais químicos são metáforas, modelos ou constructos teóricos da interpretação química da natureza e da realidade (Giordan, 2008, p. 179). A linguagem química é constitutiva do pensamento químico, que se configura como capacidade de inter-

pretar, explicar e prever fenômenos químicos que rodeiam e afetam a humanidade (Schnetzler, 2002, p.16)

- Linguagem Computacional: O gênero discursivo dos profissionais da área computacional é incorporado, de forma crescente, no cotidiano dos cidadãos em um contexto de mundo globalizado da Sociedade da Informação. Os atos de informar, comunicar, acessar, produzir, manipular e armazenar informações na contemporaneidade exige, de seus cidadãos, a utilização de um gênero discursivo específico em uma sociedade em crescente transformação devido ao uso de Tecnologias Digitais. O sujeito, ao se expressar e socializar seus pensamentos, pode fazer uso de artefatos tecnológicos tais como os dispositivos móveis. A percepção do sujeito da sua realidade, quando armazenada em meio digital, pode ser expressa em vários formatos distintos: texto, áudio, imagem, animação, efeitos especiais e vídeos. A esta montagem de conexões em rede das ideias e pensamentos, expressas em formatos/mídias distintas tais como texto, imagem, imagem em movimento, música, voz, ilustrações, denomina-se linguagem hipermediática (Paz, Neves e Alves, 2012).
- Linguagem Educacional: O gênero discursivo dos educadores reflete o período de formação do profissional. Provavelmente àqueles cuja formação foi nas décadas de 70 a 80 refletem um discurso tecnicista (Pereira, 2006, p.16; Richit, 2010,p.40); àqueles formados nas décadas de 80 a 90 possivelmente demonstram um discurso comprometido com a transformação da realidade social (Pereira, 2006, p.27; Richit, 2010,p.40) e, finalmente, àqueles formados após a década de 90 em diante, tendem para um gênero discursivo que ressalta a importância do professor reflexivo, daquele que *pensa-na-ação* (Richit, 2010,p.41; Garrido, 2006, p.619).

### 3. Os dispositivos móveis no contexto escolar

Muitos alunos que estão na escola e/ou na universidade conhecem e utilizam as tecnologias móveis, possivelmente por fazerem parte da geração de nativos digitais. A geração de jovens e adolescentes que nasceram na época em que os computadores já estavam plenamente disseminados, ou seja, após 1982, são denominados 'nativos digitais'. Esta geração faz uso massivo de tecnologia especialmente àquelas com possibilidade de conexão sem fio a Internet, exigindo novas práticas de aprendizagem na educação contemporânea (Saccol et al, 2012, p.21). A questão não é apenas priorizar o uso de aparelhos móveis ao invés de computadores (desktop) que não oferecem mobilidade, mas o fato que esta geração cresceu junto com a popularização dos aparelhos móveis e isto representa um ponto de vista diferente.

Lima e Loureiro (2012, sp) afirmam que “[...] alguns deles usam isto em seu dia a dia com muita desenvoltura. E o professor? Como o docente recebe esta situação em sala de aula?” Estes autores defendem que o professor precisa estabelecer conexões e integração entre seus saberes e os dos alunos e, também, que na formação de professores a utilização de tecnologias é muito importante para estimulação de outras formas de fazer docente.

O professor, ao repensar sua prática, deve considerar a mediação partilhada devido à característica coautorial dos dispositivos e a interface digital de natureza hipermediática (Paz, Neves e Alves, 2012). A dinâmica da comunicação professor-aluno mediada por dispositivos móveis possibilita o mapeamento, o acesso, a manipulação, a criação, a distribuição e o compartilhamento de informações e conhecimentos a qualquer tempo e espaço acessados por tecnologias em rede. A natureza hipermediática desta comunicação móvel permite agregar texto, áudio, imagem, animação, efeitos especiais e vídeo, como forma de socializar pensamentos e percepções entre sujeitos de culturas e realidades distintas. Com o crescimento de redes interativas, a cada dia surgem novas formas de conexão que passam a ser de domínio quase imediato dos alunos nativos digitais.

O estudo de Bernardo (2013) evidencia que o aproveitamento eficaz de *m-learning* no aspecto educacional pode conduzir à revisão da atitude e da prática pedagógica, sintonizando o ensino com a cultura digital. Ele conclui que é necessário um repensar docente diante da aceitação e do uso efetivo dos

dispositivos móveis digitais no processo educacional, instigando reflexões, ações e mudanças (Bernardo, 2013).

No ensino de química, o grupo de pesquisa Intera, da Universidade Federal do ABC em São Paulo desenvolveu a ferramenta *iLaboratory* que atua como um simulador de laboratório para reprodução de alguns experimentos de química, de forma interativa, através de dispositivos móveis (Ramos *et al.*, 2013, p.285-294). Ainda na área de ensino de química utilizando dispositivos móveis, o trabalho de Castro e Fernandes (2013) apresenta um ambiente de ensino de química orgânica baseado em *Gamification* (game com opção de jogar na *web* ou baixar no celular do estudante) cujos temas são as reações básicas de química orgânica como adição e substituição (Castro e Fernandes, 2013).

#### 4. Metodologia

O percurso deste trabalho compreende duas etapas: primeiro, os diálogos entre uma formadora de professores de educação Química e uma pesquisadora de Informática e Educação, decorrente dos encontros para discutir o emprego dos dispositivos móveis no ensino de química, e que apresentam resultados parciais do doutorado da pesquisadora de Informática e Educação. Posteriormente, em uma segunda etapa, compreende a orientação de um trabalho de conclusão de curso de graduação de um aluno do curso de licenciatura e bacharelado em Informática no processo de implementação/codificação do aplicativo “Laboratório Virtual de Química”. Vale ressaltar que, a construção deste aplicativo está em andamento e envolve o encontro periódico entre os envolvidos para discutir esta aplicação móvel.

##### *Primeira etapa: encontros para discutir o emprego da mobilidade no Ensino de Química*

A opção metodológica desta primeira etapa fundamentou-se na abordagem qualitativa referendada como pesquisa ação e foi baseada nos pressupostos teóricos de Mikhail Bakhtin. Esta estratégia foi utilizada nesta pesquisa, pois não se limita apenas a compreender e interpretar os diálogos, mas preocupa-se também com a mudança da prática pedagógica das educadoras envolvidas.

O local dos encontros entre as educadoras foi uma sala onde funciona o Laboratório de Ensino de Ciências - EDUCIENCIA da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), campus de Porto Velho/RO. Nesta etapa, os sujeitos envolvidos foram: a professora formadora, doravante denominada PFQ, do departamento de Química da UNIR. Possui graduação em licenciatura e bacharelado em Química e mestrado em Educação pela Universidade de Campinas (UNICAMP). Na época dos encontros desta pesquisa, estava finalizando seu doutorado em Educação, também pela Unicamp; e a professora pesquisadora de informática e educação, doravante denominada PPIE, do curso de Licenciatura e Bacharelado em Informática da UNIR e doutoranda em Educação em Ciências e Matemática da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática REAMEC.

Os diálogos empreendidos entre as educadoras foram realizados entre 3 de dezembro de 2012 até o dia 7 de maio de 2013 (último encontro). Foram realizados dez encontros, que foram gravados e transcritos. Os encontros tinham por finalidade o enriquecimento acadêmico mútuo e os assuntos tratados foram os seguintes: cultura digital, formação inicial, construção de material e de atividades pedagógicas utilizando dispositivos móveis no ensino de Química, mobilidade e estratégias de ensino. Durante estes encontros foram realizadas duas atividades pedagógicas com os alunos de PFQ (Jacon *et al.*, 2014a e JACON *et al.*, 2014b), bem como o surgimento de ideias para construção do aplicativo “Laboratório Virtual de Química”

A interlocutora PPIE não possuía conhecimento técnico de Química e, tampouco, da linguagem que é empregada na comunicação entre os profissionais desta comunidade. Já PFQ emprega e utiliza no seu cotidiano pessoal e profissional diversos equipamentos tecnológicos, tais como: computadores portáteis, *smartphone* e *tablet*; sendo que os dispositivos móveis ainda não eram utilizados de forma pedagógica, no início da pesquisa. Cabe ressaltar que, devido ao fato das interlocutoras serem doutorandas em Educação, ambas privilegiam modelos de formação nos quais os professores são valorizados como sujeitos criativos e produtores sobre a prática docente.

Nos encontros, o dialogismo constitui-se de enunciados que o precedem e o sucedem na cadeia de comunicação, ou seja, um enunciado solicita uma resposta e essa resposta pode ser de concordância ou de refutação. A sequência de enunciados abaixo mostra a comunicação das interlocutoras com o objetivo de elaborar de um software interativo para mostrar o processo de precipitação do iodeto de chumbo II, a partir da reação entre diferentes quantidades de iodeto de potássio com nitrato de chumbo II.

PFQ - Eu quero que a gente preze por essas informações [em visualizar algo parecido com o fenômeno]

PPIE- Então o produto é incolor?

PFQ - Exatamente....a solução é incolor

PPIE- Não é um tipo....um sal? Não é um sal incolor?

PFQ- Ele é um sal...mas é como um sal de cozinha, quando você coloca em água ele se dissolve

PPIE- ahhh....

PFQ- E a solução fica incolor ...diferente do produto que vai ser formado...

PPIE- Ahhh....entendi

PFQ- Aí a gente pode até começar....tô tentando ver aqui como vai ser a animação do aplicativo....a gente pode até começar com uma tela pronta...pode até começar....só que depois, a gente adicionaria a cada um desses tubos diferentes, a solução de nitrato de chumbo.

PPIE- Então aqui...teria que vir para uma outra tela....

PFQ- É?

PPIE- Aonde eu mostro uma animação....adicionando...nitrato de chumbo??

PFQ- Nitrato de chumbo dois.

PPIE- Dois?

PFQ- Geralmente a gente coloca esse dois com algarismos romanos.

PPIE- Ah tá....nitrato de chumbo II (anotando no papel)

PFQ- Como a gente faria isso [a solução]?

PPIE- Então...mas ele [o aluno] tem que apertar alguma coisa...tem que apertar um botão!

Nestes diálogos, o desafio no processo de interação entre as interlocutoras foi superar a falta de domínio da linguagem química de PPIE. Para isto, PFQ fez analogias para tornar compreensível sua fala, conforme a sequência de enunciados a seguir:

PFQ- Vão ter diferentes quantidades....a gente juntou diferentes quantidades de iodeto de potássio com nitrato de chumbo e vai formar diferentes quantidades do sal.

PPIE- Quer dizer.....esse daqui que me deixou intrigada óhh [mostrando a figura no livro] Porque se eu misturar 10 [ml] de iodeto de potássio com 2 de nitrato de chumbo, deu um precipitado, mas se eu juntar 8 de iodeto de potássio com 4 de nitrato de chumbo eu [vou ter] tenho o maior precipitado?

PFQ- Porque a gente vai estar trabalhando com proporções ....eu vou voltar com a analogia do bolo.... não adianta....se uma receita de bolo vai 1 kg de farinha e 4 ovos, não adianta ter 4 ovos e 10 kg de farinha...

PPIE - Hum..

PFQ - é mais ou menos isso que acontece aqui... a gente precisa de quantidades ideais de nitrato de chumbo com iodeto de potássio. Não adianta você ter muito mais do outro ou muito mais de um....vai ter uma quantidade ideal ....isso é visto em estequiometria...são as proporções da reação.

A emersão de ideias só foi possível mediante o respeito às diferenças, buscando valorizar a pluralidade dos olhares e compreender a heterogeneidade das linguagens envolvidas.

### ***Segunda etapa: A construção do aplicativo “Laboratório Virtual de Química”***

Esta etapa apresenta o percurso no processo de orientação de um trabalho de conclusão de um aluno do curso de Licenciatura e Bacharelado em Informática da Universidade Federal de Rondônia UNIR. O desenvolvimento deste aplicativo, ainda em andamento, para a plataforma Android, teve/tem por objetivo simular um laboratório virtual para a realização de experimentos químicos focando nas relações estequiométricas de uma reação que envolve precipitação. Ou seja, o aplicativo possibilita estudar a relação entre diferentes quantidades de reagentes para formar os produtos em uma reação química.

No caso desta pesquisa, tem-se uma simulação da reação entre o nitrato de chumbo II  $[Pb(NO_3)_2]$  e o iodeto de potássio (KI), resultando na precipitação do iodeto de chumbo II ( $PbI_2$ ), produto insolúvel em água (Mortimer e Machado, 2010, p.230). Para isto, na simulação utiliza 5 tubos de ensaios, cada qual contendo uma quantidade diferente de iodeto de potássio, em uma mesma concentração de 0.5 mol/L. Adiciona-se nitrato de chumbo II, na concentração 0.5 mol/L, também em diferentes quantidades, em cada tubo de ensaio. As quantidades de cada reagente para cada tubo são especificadas na tabela 1, que ilustram a altura do precipitado de iodeto de chumbo (II),  $PbI_2$ , em função dos volumes de iodeto de potássio (KI) e de nitrato de chumbo (II)  $Pb(NO_3)_2$  colocados.

Tabela 1: Altura do precipitado utilizados no experimento

Tubo	Volume da solução de KI (em mL)	Volume da solução de $Pb(NO_3)_2$	Altura do precipitado (em cm)
1	10	2	1,0
2	8	4	2,5
3	6	6	1,0
4	4	8	0,8
5	2	10	0.5

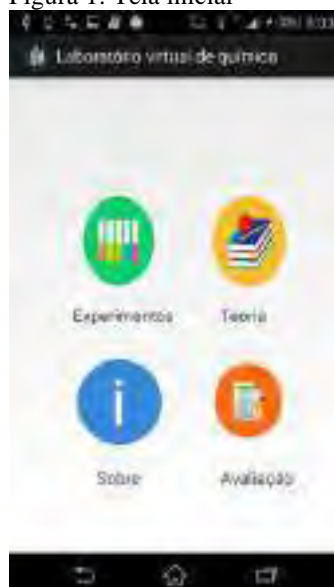
Fonte: Mortimer e Machado, 2010.

Segundo o roteiro experimental, após a mistura, os tubos de ensaio devem ficar em repouso, por no mínimo 5 minutos, até que o precipitado esteja depositado no fundo. No fim do experimento, observa-se que as substâncias sempre mantêm a mesma proporção ao se combinarem, obedecendo a lei de Proust (Mortimer e Machado, 2010, p.234).

A figura 1 ilustra a tela inicial do aplicativo “Laboratório Virtual de Química”, contendo 4 botões: Experimentos (animações no laboratório virtual); Teoria (base teórica textual); Avaliação (três questões que o aluno deve responder e que o aplicativo possibilita o envio das respostas via email para o professor de química) e Sobre (quem foram os idealizadores e desenvolvedores).

A teoria que contextualiza o processo de precipitação foi extraída do livro de “Química I: ensino médio” de Mortimer e Machado (2010), ilustrado na figura 2. A figura 3 ilustra as questões que o aluno deve responder, ao final do estudo, e que podem e devem ser enviadas (via email) para o professor responsável, ao clicar no botão “Enviar”

Figura 1: Tela inicial



Fonte: Gaião, 2014.

Figura 2: Base teórica textual



Fonte: Gaião, 2014.

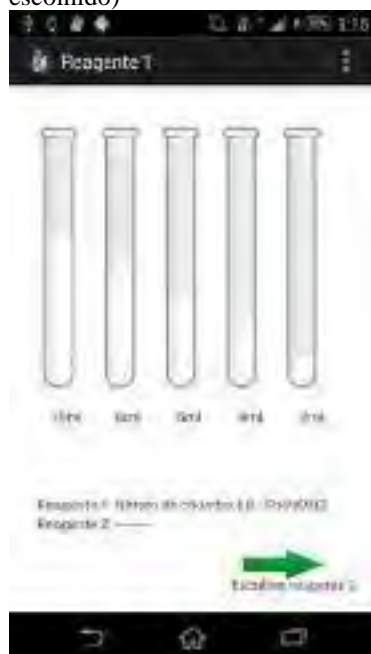
Figura 3: Avaliação final que o aluno deve enviar ao professor



Fonte: Gaião, 2014.

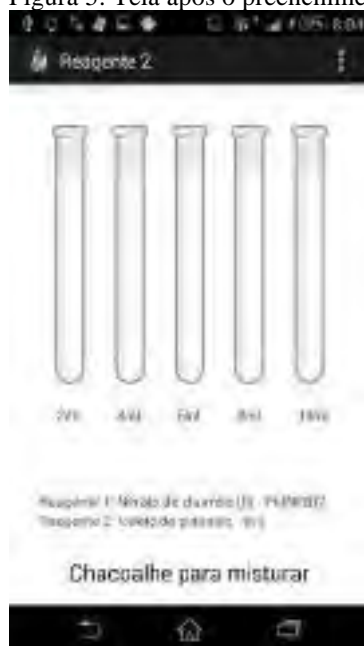
A opção “Experimentos” da tela inicial (Figura 1) direciona para as telas contendo as animações (simulador da reação), ilustradas nas figuras 4, 5 e 6. A tela da figura 4 apresenta a animação de preenchimento dos tubos de ensaio com o primeiro reagente escolhido pelo usuário, no caso, nitrato de chumbo II. Já a figura 5 ilustra a situação final após a animação do preenchimento dos tubos de ensaio com o segundo reagente (iodeto de potássio). Repare que a figura 5 indica, no final da tela, que o usuário deve “chacoalhar” o dispositivo móvel para que a mistura ocorra. E a figura 6 ilustra o resultado da reação/ precipitação, após o usuário chacoalhar o equipamento.

Figura 4: Tela que apresenta uma animação (preenchimento dos tubos com o primeiro reagente escolhido)



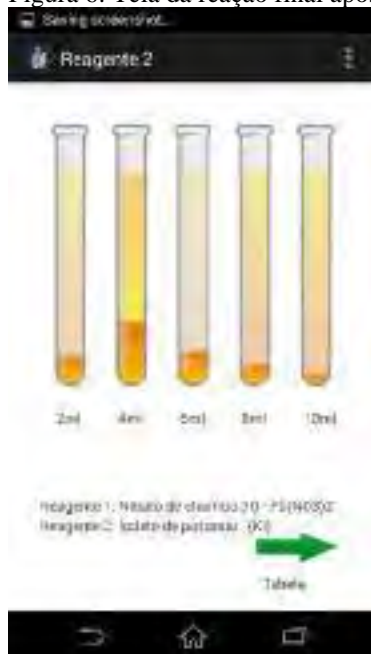
Fonte: Gaião, 2014.

Figura 5: Tela após o preenchimento dos tubos com os dois reagentes



Fonte: Gaião, 2014.

Figura 6: Tela da reação final após o chacoalhar do dispositivo



Fonte: Gaião, 2014.

Como o aplicativo encontra-se em construção, está sujeito à alterações conforme sugestão(ões) da Formadora de Professores de Química PFQ e da pesquisadora PPIE.

## Considerações

Os encontros representaram momentos importantes de estudos teóricos sobre os dispositivos móveis e sua utilização na educação. Mas é importante ressaltar que, a incorporação dos dispositivos móveis na prática escolar das formadoras deve ser encarada como um processo continuado, que demanda tempo. Os formadores e conseqüentemente, os professores, necessitam de um período maior de amadurecimento para incorporá-las de forma profícua no processo de ensino aprendizagem.

O processo de incorporação pedagógica dos dispositivos móveis é muito mais um exercício de construção cultural, um processo de integração interpessoal entre docentes e discentes (alunos das licenciaturas), e de desenvolvimento de habilidades que irão se formar com o tempo e com a disponibilidade de colaboração entre eles. Uma base de conhecimentos sobre espaços de aprendizagem que possibilite extravasar a sala de aula física e presencial deve ser resultado da participação e colaboração interdisciplinar entre professores e discentes. Há muitas dificuldades que precisam ser vencidas, incluindo aí as iniciativas do uso desta tecnologia móvel na educação que ainda é uma novidade, tanto que várias escolas proibem o uso destes dispositivos em suas dependências.



## REFERÊNCIAS

- Bakhtin, M. (2006). *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes.
- Bernardo, J. C. O. (2013). Dispositivos móveis digitais na incrementação do processo de ensino aprendizagem: *Mobile learning* no rompimento de paradigmas. *Revista EDaPECI*, 13(1), pp. 141-157.
- Brait, B. (1997). Bakhtin e a natureza constitutivamente dialógica da linguagem. In: B. Brait (Org.), *Bakhtin, dialogismo e construção de sentido*. Campinas: UNICAMP.
- Castro, F. S.; Fernandes, A. M. da R. (2013). *Ambiente de ensino de química orgânica baseado em gamificação*. In: congresso Brasileiro de Informática na Educação CBIE 2013 do XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE 2013. Unicamp, Campinas/SP.
- Ferreira, H. M.C. (2012). A mediação dos dispositivos móveis nos processos educacionais. *Revista eletrônica Teias*, 13(30), pp. 209-226.
- Garrido, E.; Brzezinski, I. (2006). A pesquisa na formação de professores. In R. L. L. Barbosa (org.), *Formação de educadores: artes e técnicas – ciências e políticas* (pp. 605-616). São Paulo: Editora Unesp.
- Giordan, M. (2008). *Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção dos significados*. Ijuí, RS: Ed. Unijuí.
- Jacon, L. S.C.; Mello, I.C. de; Oliveira, A.C.G. de. (2014). Aprendizagem com Mobilidade no ensino de conhecimentos químicos: Reflexões de uma pesquisa realizada com professores em formação inicial. *Revista Educação a Distância e Práticas Educativas Comunicacionais e Interculturais EDaPECI*, 14(1), pp. 235-248. Disponível em: <http://www.seer.ufs.br/index.php/edapeci>.
- Jacon, L. S.C.; Martines, E.A.L. de M.; Oliveira, A.C.G. de; Mello. (2014). Os formadores de professores e o desafio em potencializar o aprendizado em ciências químicas com a incorporação dos dispositivos móveis. *Revista IENCI Investigações em Ensino de Ciências*, 19(1), pp. 77-89. Disponível em [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID356/v19\\_n1\\_a2014.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID356/v19_n1_a2014.pdf)
- Lima, L. de; Loureiro, R.C. (2012). O uso das TDIC na formação do professor universitário. In: *Anais do III Seminário Web Currículo PUC-SP. Educação e Mobilidade*, São Paulo.
- Mortimer, E. F.; Machado, A. H. (2010). *Química I: ensino médio*. São Paulo: Scipione.
- Paz, T.; Neves, I. B. da C.; Alves, L. (novembro, 2012). Constituição do currículo multirreferencial na cultura da mobilidade. In: *Educação e Mobilidade. III Seminário Web Currículo Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC-SP*. São Paulo.
- Pereira, J. E. D. (2006). Debates e pesquisas no Brasil sobre formação docente. In J. E. D. Pereira, *Formação de professores: Pesquisas, representações e poder* (pp. 15-52). Belo Horizonte: Autêntica.
- Ramos, S.; Pimentel, E.; Braga, J. C.; Bertolini, C. T. (2013). Laboratório Virtual interativo para reprodução de experimentos de química através de dispositivos móveis. In: *XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE 2013*. Unicamp, Campinas/SP.
- Richit, A. (2010). *Apropriação do Conhecimento Pedagógico-Tecnológico em Matemática e a Formação Continuada de Professores* (Tese de doutorado). Unesp, Rio Claro, SP.
- Saccol, A.; Schlemmer, E.; Barbosa, J. (2011). *M-learning e U-learning: novas perspectivas da aprendizagem móvel e ubíqua*. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Schnetzler, R. P. (2002). Concepções e Alertas sobre formação continuada de professores de química. *Rev. Química Nova na Escola*, 16, pp. 15-20.

## SOBRE OS AUTORES

**Otávio Torreão Vasconcelos Gaião:** Graduado em Informática pela Universidade Federal de Rondônia, em 2014. Participou do Ciência sem Fronteiras em Computer Science Summer Course, Boston University, em 2013.

**Liliane da Silva Coelho Jacon:** Leciona no curso de Licenciatura e Bacharelado em Computação na Universidade Federal de Rondônia. Doutora em Educação pela Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática-REAMEC (2014). Mestre em Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS (2002) e Mestre em Educação pela Universidade do Oeste Paulista-UNOESTE (1998). Orientadora de trabalhos com ênfase em desenvolvimento de software na área educacional e Dispositivos Móveis.

**Ana Carolina Garcia de Oliveira:** Possui graduação em Química pela Universidade Estadual de Campinas (2004), mestrado em Educação (2008) e Doutorado em Educação (2014) pela mesma instituição. É membro do grupo de pesquisa da Universidade Estadual de Campinas. É professora Adjunto I da Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Currículo, Formação de Professores e Ensino de Química.

**Irene Cristina de Mello:** Concluiu o doutorado em Educação pela Universidade de São Paulo em 2003. Atualmente é Pró-Reitora de Ensino de Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso. Professora lotada no Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas e da Terra. Coordena o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID/Edital 2009/UFMT) e o Programa PRODOCÊNCIA da UFMT. É professora do Programa de Pós-graduação em Educação da UFMT desde 2003. É professora do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da UFMT e do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Doutorado da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - REAMEC.

# Interés y motivación de los alumnos hacia las matemáticas: autopercepción de los más capaces

Ramón García Perales, Universidad de Castilla-La Mancha, España

**Resumen:** Desde el inicio de la escolaridad los alumnos utilizan procedimientos elementales para buscar solución a situaciones problemáticas que nos indican cómo van estructurando su pensamiento matemático. Entre los objetivos del aprendizaje de las Matemáticas está lograr que el alumno desarrolle un conocimiento flexible, ágil y aplicable que se pueda reinventar de forma continua adaptándolo a situaciones nuevas. Lamentablemente este objetivo no es fácil de alcanzar y con frecuencia los alumnos se quejan sobre los fracasos en la educación matemática, sobre todo por el rechazo que a veces suele inspirar esta disciplina, derivando en una actitud negativa hacia su aprendizaje. En este artículo nos centramos en estas actitudes que muestran los alumnos hacia las Matemáticas. Para su análisis utilizaremos los resultados obtenidos del proceso de construcción de la “Batería de Evaluación de la Competencia Matemática (BECOMA)”, un instrumento de evaluación que mide la competencia matemática de los alumnos de 5º de Educación Primaria, centrándonos en la variable interés y motivación hacia el área de Matemáticas según el propio alumno analizada a lo largo del proceso de validación de la batería. En la última parte de este artículo nos centramos en los resultados en esta variable de los alumnos más capaces para la matemática.

**Palabras claves:** diagnóstico educativo, rendimiento, alta capacidad, competencia matemática, actitudes hacia las Matemáticas

**Abstract:** From the beginning of the education the students use elementary procedures to look for solution to problematic situations that indicate us how they go structuring their mathematical thought. Among the objectives of the learning of the Mathematics is to achieve the student to develop a flexible, agile and applicable knowledge that you can reinvent in a continuous way adapting it to new situations. Regrettably this objective is not easy to reach and frequently the students complain about the failures in the mathematical education, mainly for the rejection that usually inspires sometimes this discipline, deriving in a negative attitude toward its learning. In this article we center ourselves in these attitudes that the students show toward the Mathematics. For their analysis we will use the obtained results of the process of construction of the Battery of Evaluation of the Mathematical Competition (BECOMA), an evaluation instrument that measures the mathematical competition of the students of 5º of Primary Education, centering us in the variable interest and motivation toward the area of Mathematics according to the own student analyzed along the process of validation of the battery. In the last part of this article we center ourselves in the results in this variable of the most capable students for the mathematical one.

**Keywords:** Educational Diagnosis, Performance, Gifted, Mathematical Competition, Attitudes Toward the Mathematics, Self-Perception

## Introducción

La educación tiene como finalidad primordial la consecución de la mayor igualdad de oportunidades posible entre los alumnos cara a favorecer su desarrollo pleno e integral por medio de unos procesos de enseñanza y aprendizaje de calidad. Para apoyar la consecución de esta finalidad nace la educación por competencias como un referente fundamental de trabajo de diversos organismos nacionales e internacionales, marcando las líneas prioritarias de actuación a seguir en materia educativa.

En el caso de la competencia matemática, tema central de este artículo, aparece integrada en los procesos educativos principalmente en el desarrollo del área de Matemáticas, tomando tres significados (González, 2007): como agrupación de procesos generales, como dominio de estudio y finalidad principal y prioritaria de la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas y, por último, como conjunto de competencias aglutinadas en forma de grupos o niveles de complejidad cognitiva expresables mediante una escala.

Una premisa básica de la aplicación educativa de esta competencia es que los elementos o razonamientos matemáticos son utilizados para enfrentarse a situaciones cotidianas diversas. Para ello es necesario detectar y analizar tales situaciones, seleccionar las técnicas adecuadas para calcular, representar e interpretar a partir de la información disponible y aplicar estrategias de resolución de problemas. Además el énfasis estará en los elementos y procesos de razonamiento matemático que llevan a los alumnos a la solución de problemas o la obtención de información en una amplia variedad de situaciones.

En el caso de las actitudes de los alumnos hacia la resolución de problemas matemáticos, De La Rosa (2007) cree que las actitudes y sentimientos que muestran los alumnos son: ir directamente a conseguir la solución sin establecer de manera previa un plan de trabajo, no realizar una lectura comprensiva del enunciado, resolver rápidamente a modo de ensayo/error sin lectura previa, dispersar su atención, no razonar ante los datos aportados, sentir miedo ante situaciones novedosas o que no dominan (bloques), pedir ayuda del maestro para la resolución antes de haber terminado de leerlo, carecer de motivación para resolverlos y existir una separación entre la realidad en la que vive el alumno y la traducción al lenguaje matemático.

En la tarea de evitar la aparición de estas actitudes en el alumnado, el docente cumple un importante papel. Pifarré y Sanuy establecen que existen variables que influyen a la hora de resolver problemas matemáticos, señalando las siguientes en relación a la enseñanza (2001, p. 207): “el tipo y las características de los problemas, los métodos de enseñanza utilizados y los conocimientos, las creencias y las actitudes del profesor sobre las Matemáticas y su enseñanza-aprendizaje”. En la enseñanza de las Matemáticas se partirá de la reflexión sobre dos finalidades importantes de su didáctica: intentar que los alumnos lleguen a apreciar el papel de las Matemáticas en la sociedad, sus campos de aplicación y su contribución al desarrollo social y cultural y, por otro lado, hacerles comprender el funcionamiento del método matemático usándolo de manera ajustada a cada situación.

La Unión Europea establece como actitudes hacia las Matemáticas a trabajar con los alumnos las siguientes (2004): disposición para superar el “miedo a los números”, voluntad para usar el cálculo numérico con el fin de resolver problemas en el día a día, respeto a la verdad como base del pensamiento matemático, disposición para buscar las razones en las que se basan los argumentos propios y disposición para aceptar y rechazar opiniones de otros basándose en evidencias válidas o inválidas.

En nuestro país, el *Marco General de la Evaluación de 3º de Educación Primaria* (2014) fija como principios de desarrollo de las actitudes y valores en Matemáticas el rigor, el trabajo en equipo, el respeto a los datos, el esfuerzo, la perseverancia y la veracidad, requiriendo de los alumnos lo siguiente (2014, pp. 63-64):

- “Una disposición favorable frente a contextos de contenido matemático.
- Valorar la necesidad de explorar distintas fuentes de información, así como su utilización cuando la situación lo aconseje, con el fin de ir adquiriendo, de forma progresiva, conocimientos más complejos a partir de experiencias y conocimientos previos.
- Reconocer el papel que desempeñan las Matemáticas en el mundo y utilizar los conceptos, procedimientos y herramientas para aplicarlos en la resolución de los problemas que puedan surgir en determinadas situaciones a lo largo de la vida.
- Manifestar un estilo de trabajo ordenado y sistemático abordando de forma creativa la búsqueda de soluciones a problemas.
- Ser perseverante en la tarea, desarrollar la mirada crítica y reflexionar sobre los resultados”.

Muñoz y Mato (2008) indican que desde los sistemas educativos deberían de generarse métodos de enseñanza que tengan presente las actitudes del alumnado durante el aprendizaje de las Matemáticas, otorgando al docente un papel fundamental como conocedor de dichos procesos internos de sus alumnos. Afirman que “los puntos débiles de las actitudes frente al estudio de las Matemáticas no solo afectan a los grupos de alumnos o a los centros de enseñanza de rendimiento más bajo; muchos alumnos con un rendimiento relativamente bueno, se ven frenados por su actitud negativa hacia las Matemáticas” (2008, p. 224).

Por último señalar que los más capaces para la matemática presentan unas características específicas que les hace singulares en comparación con el resto de alumnos. Para una adecuada respuesta

educativa primero se debe de desarrollar un proceso de detección de sus particularidades para luego intervenir educativamente de la forma más ajustada posible. Dentro de estas características aparecen las afectivo-emocionales como un aspecto esencial a conocer y desarrollar con la finalidad de aumentar el bienestar personal, social y educativo de estos alumnos. Por ello un buen nivel actitudinal es considerado fundamental para el éxito escolar en el área de Matemáticas.

## Método

Este artículo consiste en un estudio descriptivo cuyo objetivo es analizar y comprender las relaciones existentes en un conjunto de datos de carácter cuantitativo analizados a partir de dos variables definidas en el estudio sobre la competencia matemática, en este caso *interés y motivación hacia el área de Matemáticas desde el punto de vista del propio alumno* y *resultados en la batería BECOMA*. Después se realiza una comparativa de estas dos variables con el *interés y motivación hacia el área de Matemáticas desde el punto de vista del maestro*. En última instancia se realiza un acercamiento a los resultados de los alumnos más capaces para la matemática según estas variables. La consideración de más capaz se establece a partir del logro de una puntuación elevada tras la administración de la batería BECOMA.

En el proceso de construcción de esta batería se han utilizado varias muestras de alumnos de 5º de Educación Primaria de la provincia de Albacete repartidas de la siguiente manera:

Tabla 1: Muestra participante en cada período de investigación

	<i>Primera Administración</i>	<i>Segunda Administración</i>	<i>Administración Final</i>	<i>Total</i>
<i>Nº de alumnos</i>	170	230	722	1.122
<i>% población</i>	4.28	5.80	18.20	28.28

Fuente: *Elaboración propia, 2014.*

El proceso de validación del instrumento se ha desarrollado a partir de la última administración realizada, momento en el que los datos centran el contenido de este artículo. En ella ha participado una muestra inicial de 722 alumnos de los 3.968 escolarizados en esta provincia y en este nivel en el curso académico 2011/2012, siendo la muestra final participante de 712 o un 17.94% de la población escolar.

Estos alumnos participantes en este último período de la investigación han estado repartidos entre 24 centros educativos con distintas unidades educativas, siendo de acuerdo a su titularidad 20 públicos y 4 privados-concertados y según su entorno 14 urbanos y 10 rurales. En esta selección de centros se ha respetado la proporción de centros escolares existente en la provincia de Albacete, donde la enseñanza pública ronda el 83% del total de colegios y la privada-concertada el 17% y, en cuanto al entorno, un 61% se ubican en espacios urbanos y un 39% en zonas rurales.

La batería BECOMA está conformada por 34 ítems repartidos entre 8 pruebas de evaluación. Estos reactivos aparecen distribuidos en seis factores: *sucesiones* (6 ítems), *estructuración gráfica* (9 ítems), *partes del todo* (7 ítems), *resolución de problemas* (4 ítems), *diez-cien-mil* (5 ítems) y *descomposición y propiedades* (3 ítems). Cada ítem puede tener una puntuación de 0, 1 y 2, oscilando la puntuación total entre 0 y 68. A partir de estas puntuaciones se establecen siete niveles de dominio matemático según el grado de dificultad de los ítems y las respuestas dadas por los sujetos. El instrumento puede ser administrado de forma individual o colectiva y su tiempo de aplicación es de 49 minutos.

La variable principal utilizada ha sido *interés y motivación hacia el área de Matemáticas desde el punto de vista del propio alumno*, variable que en el proceso de construcción y validación de la BECOMA ha servido para el análisis de la validez de criterio de tipo concurrente. Esta variable ha sido recogida mediante una cuestión que se indicaba a los alumnos en la portada del instrumento y ha sido definida mediante una escala tipo Likert con una puntuación entre 1 y 5 (respectivamente, Nada -1-, Poco -2-, Regular -3-, Bastante -4- y Mucho -5-).

En la batería BECOMA los resultados de los alumnos se ubican en función de siete niveles de desempeño. Para el análisis del rendimiento de los alumnos más capaces para la matemática según esta variable se hace uso de los niveles de desempeño 6 y 7, los dos niveles superiores de la misma.

Estos niveles junto a sus respectivos intervalos y frecuencias aparecen delimitados en la siguiente tabla 2:

Tabla 2: Niveles de rendimiento de la BECOMA

Niveles	Intervalos	n	%	% válido	% acumulado
1	<= 8	14	2.0	2.0	2.0
2	9 – 18	88	12.4	12.4	14.3
3	19 – 28	165	23.2	23.2	37.5
4	29 – 38	184	25.8	25.8	63.3
5	39 – 48	159	22.3	22.3	85.7
6	49 – 58	80	11.2	11.2	96.9
7	59 – 68	22	3.1	3.1	100.0
	Total	712	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia, 2014.

## Resultados

El interés y disfrute hacia la competencia matemática, o *motivación intrínseca*, afecta al grado de esfuerzo e implicación del alumno en su aprendizaje, demostrándose que influye de forma importante independientemente de la motivación general existente hacia el conjunto de contenidos a aprender en la escuela (*Instituto Nacional de Evaluación Educativa -INEE-*, 2008 y 2013). En la tabla 3 se puede contemplar el reparto de los alumnos en la investigación según esta variable:

Tabla 3: Reparto de la muestra participante según la autopercepción actitudinal de los alumnos

		n	%
Interés alumno	Nada	43	6.0
	Poco	104	14.6
	Regular	231	32.5
	Bastante	184	25.8
	Mucho	150	21.1
	Total	712	100

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Al poner en relación las puntuaciones obtenidas por los alumnos en la batería con esta variable, se ha obtenido un coeficiente de correlación de *Pearson* = .72, siendo la correlación significativa al nivel .01 bilateral. El índice obtenido muestra una asociación estrecha entre ambas variables.

Para analizar las diferencias en las puntuaciones en el conjunto de la batería se ha transformado esta variable actitudinal en otra categórica repartida en tres niveles: *bajo* (nada y poco,  $n = 147$ , 20.7%), *medio* (regular,  $n = 231$ , 32.4%) y *alto* (bastante y mucho,  $n = 334$ , 46.9%). La puntuación media en cada una de las categorías ha sido de 20.03 ( $DT = 9.02$ ) para el nivel bajo, 29.45 ( $DT = 9.19$ ) para el medio y 42.69 ( $DT = 10.13$ ) para el alto.

Los resultados del ANOVA (Tabla 4) han mostrado diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos considerados, sugiriendo que las puntuaciones de los alumnos en el conjunto de la batería han variado en función de las categorías dentro de esta variable.

Tabla 4: ANOVA de la variable interés y motivación hacia el área de Matemáticas según el punto de vista del propio alumno

	Bajo		Medio		Alto		<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>	<i>Eta</i> <sup>2</sup>	<i>Dirección</i>
	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>					
F1: Sucesiones											
IT 14	1.45	.69	1.56	.57	1.86	.38	39.03	711	.000**	.099	A > M, B
IT 15	.82	.76	1.03	.72	1.45	.65	49.18	711	.000**	.122	A > M > B
IT 16	.47	.65	.82	.75	1.33	.75	79.66	711	.000**	.183	A > M > B
IT 17	.54	.65	.97	.72	1.41	.69	84.20	711	.000**	.192	A > M > B
IT 18	.53	.61	.83	.69	1.26	.66	70.65	711	.000**	.166	A > M > B
IT 19	.41	.53	.62	.58	1.12	.68	83.93	711	.000**	.191	A > M > B
<i>Total Factor</i>	4.22	2.33	5.83	2.37	8.42	2.44	180.60	711	.000**	.338	A > M > B
F2: Estructuración gráfica											
IT 1	.55	.89	.68	.94	1.14	.98	26.68	711	.000**	.070	A > M, B
IT 2	.22	.61	.26	.66	.67	.94	25.73	711	.000**	.068	A > M, B
IT 3	.55	.87	.99	.95	1.40	.87	47.70	711	.000**	.119	A > M > B
IT 4	.73	.80	1.20	.84	1.46	.80	42.18	711	.000**	.106	A > M > B
IT 12	1.59	.77	1.79	.60	1.91	.40	16.32	711	.000**	.044	A, M > B
IT 13	.34	.74	.68	.93	1.20	.97	51.21	711	.000**	.126	A > M > B
IT 28	.12	.36	.22	.46	.43	.67	20.18	711	.000**	.054	A > M, B
IT 29	.58	.72	.94	.76	1.42	.70	75.92	711	.000**	.176	A > M > B
IT 30	.84	.81	1.26	.78	1.54	.65	47.79	711	.000**	.119	A > M > B
<i>Total Factor</i>	5.52	3.40	8.03	3.58	11.18	3.41	149.20	711	.000**	.296	A > M > B
F3: Partes del todo											
IT 20	.32	.72	.60	.89	1.19	.97	58.55	711	.000**	.142	A > M > B
IT 21	.07	.37	.26	.64	.63	.91	34.35	711	.000**	.088	A > M, B
IT 22	.42	.80	.83	.98	1.39	.92	62.96	711	.000**	.151	A > M > B
IT 23	.48	.76	.79	.89	1.24	.91	44.11	711	.000**	.111	A > M > B
IT 24	.43	.69	.59	.82	.90	.91	18.61	711	.000**	.050	A > M, B
IT 25	.37	.64	.62	.80	1.05	.91	40.08	711	.000**	.102	A > M > B
IT 26	.20	.49	.39	.66	.86	.86	51.78	711	.000**	.127	A > M > B
<i>Total Factor</i>	2.29	2.47	4.07	3.33	7.26	3.77	128.11	711	.000**	.265	A > M > B
F4: Resolución de problemas											
IT 31	.99	.92	1.44	.83	1.74	.61	51.52	711	.000**	.127	A > M > B
IT 32	.47	.78	1.01	.94	1.37	.89	52.75	711	.000**	.130	A > M > B
IT 33	.37	.71	.65	.88	1.19	.91	55.14	711	.000**	.135	A > M > B
IT 34	.10	.38	.26	.61	.75	.91	52.99	711	.000**	.130	A > M, B
<i>Total Factor</i>	1.93	1.93	3.36	2.17	5.05	2.25	115.65	711	.000**	.246	A > M > B
F5: Diez, cien, mil											
IT 5	1.03	.90	1.30	.86	1.47	.78	14.30	711	.000**	.039	A, M > B
IT 9	.59	.65	.74	.68	1.15	.73	42.91	711	.000**	.108	A > M, B
IT 10	.49	.67	.84	.76	1.32	.63	84.58	711	.000**	.193	A > M > B
IT 11	.35	.59	.54	.68	.84	.71	30.81	711	.000**	.080	A > M > B

IT 27	.31	.72	.54	.88	1.16	.97	59.90	711	.000**	.145	A > M, B
Total Factor	2.77	1.99	3.97	2.11	5.96	2.04	141.93	711	.000**	.286	A > M > B
F6: Descomposición y propiedades											
IT 6	1.29	.73	1.45	.71	1.66	.54	19.08	711	.000**	.051	A > M, B
IT 7	1.27	.72	1.58	.62	1.69	.54	24.08	711	.000**	.064	A, M > B
IT 8	.75	.78	1.17	.76	1.46	.68	50.28	711	.000**	.124	A > M > B
Total Factor	3.31	1.72	4.19	1.61	4.81	1.39	50.01	711	.000**	.124	A > M > B
Total Batería	20.03	9.02	29.45	9.19	42.69	10.13	317.41	711	.000**	.472	A > M > B

\* Significativa al 5% (p < .05)

\*\* Significativa al 1% (p < .01)

Fuente: Elaboración propia, 2014.

A continuación se señalan los resultados de los alumnos más capaces para la matemática según esta variable. Tras la administración de la batería, este grupo de alumnos se ha ubicado en los niveles de desempeño 6 y 7, los más elevados del instrumento. En la validación de la BECOMA sus intervalos y frecuencias han sido los siguientes:

Tabla 5: Niveles de rendimiento superiores de la batería

Nivel	Intervalo	f	%
6	49 – 58	80	11.2
7	59 – 68	22	3.1

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Como puede observarse en los niveles de rendimiento superiores han aparecido 102 alumnos. Sus resultados según esta variable han sido los siguientes:

Tabla 6: Interés y motivación hacia las Matemáticas de los alumnos ubicados en los niveles de rendimiento más elevados de la BECOMA

	Escala	Nivel 6	Nivel 7
Interés alumno	Nada	0	0
	Poco	1	0
	Regular	6	0
	Bastante	28	6
	Mucho	45	16
	Total	80	22

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Según esta tabla 6, los alumnos del nivel 6 consideran que tienen un interés y motivación hacia las Matemáticas de *bastante* y *mucho* y en el caso del nivel 7, el superior de este instrumento, de *mucho*. Queda constatado que cuanto mayor interés y motivación muestran los alumnos hacia esta área mayor es su desempeño en esta batería BECOMA.

Por último, se han relacionado los resultados de esta variable con otra matemática que ha sido utilizada en el proceso de construcción y validación de la batería, el *interés y motivación hacia el área de Matemáticas desde el punto de vista del maestro*. Esta variable también ha sido utilizada para el análisis de la validez de criterio de tipo concurrente de la BECOMA. Al poner en relación esta variable con el *interés y motivación hacia las Matemáticas según el propio punto de vista del alumno*, analizada anteriormente, ha aparecido un coeficiente de correlación de *Pearson* = .73, siendo la correlación significativa al nivel .01 bilateral. El índice obtenido muestra una asociación elevada entre ambas variables.



En la tabla 7 se puede ver la distribución de los alumnos en la investigación según esta percepción del maestro:

Tabla 7: Reparto de la muestra participante según la percepción actitudinal del maestro

		<i>n</i>	%
<i>Interés maestro</i>	Nada	29	4.1
	Poco	142	19.9
	Regular	227	31.9
	Bastante	186	26.1
	Mucho	128	18.0
	<i>Total</i>	712	100

Fuente: *Elaboración propia, 2014.*

Tras poner en relación las puntuaciones obtenidas por los alumnos en la batería con esta variable se ha obtenido un coeficiente de correlación de *Pearson* = .80, siendo el índice alto y significativo, mostrando una asociación muy alta entre ambas variables. Para detallar las diferencias en las puntuaciones en el conjunto de la batería tomando como factor esta percepción actitudinal docente, se ha transformado esta última en categórica conformada por tres niveles: *bajo* (nada y poco,  $n = 171$ , 24%), *medio* (regular,  $n = 227$ , 31.9%) y *alto* (bastante y mucho,  $n = 314$ , 44.1%). La puntuación media en cada una de las categorías ha sido de 18.62 ( $DT = 7.73$ ) para el nivel bajo, 30.92 ( $DT = 8.26$ ) para el medio y 43.95 ( $DT = 8.91$ ) para el alto. Los resultados del ANOVA han mostrado diferencias estadísticamente significativas entre los grupos establecidos, lo que sugiere que las puntuaciones de los alumnos en el conjunto del instrumento han variado en función de la categoría en la que se ha incluido cada alumno dentro de esta variable.

Como se ha expresado anteriormente, en los niveles de rendimiento superiores han aparecido 102 alumnos. Los resultados de estos alumnos según esta variable han sido los siguientes:

Tabla 8: Interés y motivación hacia las Matemáticas según el maestro de los alumnos ubicados en los niveles de rendimiento más elevados de la BECOMA

	<i>Escala</i>	<i>Nivel 6</i>	<i>Nivel 7</i>
<i>Interés maestro</i>	Nada	0	0
	Poco	0	0
	Regular	5	1
	Bastante	33	2
	Mucho	42	19
	<i>Total</i>	80	22

Fuente: *Elaboración propia, 2014.*

Según esta tabla 8, los alumnos del nivel 6 han considerado que tienen un interés y motivación hacia las Matemáticas de *bastante* y *mucho* y en el nivel 7 de *mucho*. Queda demostrado que cuanto más elevadas son las expectativas del maestro sobre el interés y la motivación de sus alumnos hacia el área de Matemáticas mayor es su desempeño en la batería BECOMA.

## Conclusiones

El período de escolaridad obligatoria constituye un momento importante para el trabajo de las competencias al poder hacer partícipes de su aprendizaje a todos los alumnos, constituyéndose en una oportunidad única para su desarrollo equilibrado e integral. En el caso de la competencia matemática, está considerada como un constructo complejo que adquiere sentido educativo cuando los conocimientos matemáticos aprendidos son utilizados en los entornos naturales que rodean al alumno, cobrando el componente actitudinal una inusitada importancia y siendo imprescindible su consideración como tema central en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas.

A lo largo de este artículo se ha puesto en relación dichas actitudes explicitadas por medio de la variable *interés y motivación hacia el área de Matemáticas desde el punto de vista del propio alumno* con los *resultados en la batería BECOMA*. En esta vinculación se ha obtenido un índice de correlación

de .72, es decir, alta y significativa. Para analizar las diferencias en las puntuaciones se ha transformado esta variable actitudinal en otra categórica con tres niveles: *bajo* (nada y poco), *medio* (regular) y *alto* (bastante y mucho). La comparación de medias ha derivado en puntuaciones de 20.03 ( $DT = 9.02$ ) para el nivel bajo, 29.45 ( $DT = 9.19$ ) para el medio y 42.69 ( $DT = 10.13$ ) para el alto.

Los resultados del ANOVA muestran diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos en relación con las puntuaciones de los alumnos en la batería. Estos resultados están en conexión con los obtenidos en otras investigaciones respecto a esta variable (Bazán y Aparicio, 2006; Gil, Blanco y Guerrero, 2006; INEE, 2008 y 2013; Mato, Espiñeira y Chao, 2014; Molera, 2012).

En el caso de los más capaces se ha observado que cuanto mayor interés y motivación de los alumnos hacia esta área más elevado es su rendimiento en la batería BECOMA. Existen evidencias de estudios e investigaciones que muestran que los alumnos con mayor interés y motivación en las Matemáticas tienden a conseguir mejores resultados y mayor rendimiento que el resto, lo que deriva en que una disposición positiva hacia esta área resultará ser por sí misma un importante objetivo educacional (Cueli, García y González-Castro, 2013; INEE, 2008 y 2013; Mato et al., 2014).

Este *gusto por la materia* se traduce en el disfrute hacia su aprendizaje, en la consideración de llevar un buen rendimiento o en la valoración de los contenidos que se aprenden como interesantes (Tourón, Lizasoain, Castro y Navarro, 2012). Otras investigaciones manifiestan que los alumnos con mayor rendimiento se muestran más motivados intrínsecamente por la materia, apareciendo un mayor interés al hacer sus deberes (Pan et al., 2013).

Entre las conclusiones de PISA 2012 en relación a esta variable, se señala que el interés de los alumnos por aprender contenidos matemáticos es bajo, disfrutando poco con su aprendizaje y que, sobre todo en el caso del sexo femenino, sus avances en ella se ven entorpecidos por la ansiedad y la falta de confianza (INEE, 2013). Mato et al. (2014) afirman que con el paso de los cursos de Educación Primaria a Educación Secundaria Obligatoria se produce un descenso de las actitudes del alumnado hacia el estudio de las Matemáticas. Además, si estas actitudes van decreciendo podrían aparecer en el alumno sentimientos de falta de confianza en sus propias capacidades, favoreciendo la aparición de un bajo interés por la materia y la consecuente disminución de su motivación por aprenderla (Mato, 2010).

Dentro del ámbito de las Matemáticas, en este artículo se han señalado los resultados de otra variable dentro de este constructo poniéndola en relación con el desempeño de los alumnos en la BECOMA, el *interés del alumno por las Matemáticas según el punto de vista del profesor*. La correlación entre ambas variables ha sido de .80, índice bastante alto y significativo. En la comparación de medias se ha transformado esta última en una variable categórica con tres niveles: *bajo* (nada y poco), *medio* (regular) y *alto* (bastante y mucho). La puntuación media en cada una de las categorías ha sido de 18.62 ( $DT = 7.73$ ) para el nivel bajo, 30.92 ( $DT = 8.26$ ) para el medio y 43.95 ( $DT = 8.91$ ) para el alto. Los resultados del ANOVA muestran diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos según las puntuaciones de los alumnos en la batería. Según Tourón et al. (2012), aparecen diferencias estadísticas significativas en cuanto a la *percepción de la clase* a partir de las expectativas del maestro sobre lo que el alumno debe de hacer y sobre su interés hacia las tareas, existiendo diferencias destacadas entre los alumnos de mayor y menor rendimiento.

Al poner en relación esta variable con el *interés y motivación hacia las Matemáticas según el propio punto de vista del alumno* se ha obtenido un índice de *Pearson* = .73, siendo la correlación significativa al nivel .01 bilateral y mostrando una asociación estrecha entre ambas variables.

En definitiva, el estudio y conocimiento de las actitudes hacia las Matemáticas que manifiestan los alumnos podrá considerarse como un ámbito educativo de gran valor dentro de lo que se conoce como *dominio afectivo matemático* (Palacios, Arias y Arias, 2014). Por ello el profesorado deberá de prestar una especial atención a estos intereses y motivaciones por su trascendencia en su rendimiento matemático, cara a favorecer la reducción y/o prevención del fracaso escolar que esta disciplina genera habitualmente.

## REFERENCIAS

- Bazán, J.L., & Aparicio A.S. (2006). Las actitudes hacia la Matemática-Estadística dentro de un modelo de aprendizaje. *Revista Semestral del Departamento de Educación*, 25(28), pp. 1-12.
- Cueli, M., García, T. & González-Castro, P. (2013). Autorregulación y rendimiento académico en Matemáticas. *Aula Abierta*, 41(1), pp. 39-48.
- De La Rosa, J.M. (2007). *Didáctica para la resolución de problemas*. Andalucía: Junta de Andalucía.
- Gil, N., Blanco, L. & Guerrero, E. (2006). El papel de la afectividad en la resolución de problemas matemáticos. *Revista de educación*, 340, pp. 551-569.
- González, J.L. (2007). *Competencias básicas en educación matemática*. Málaga: Universidad de Málaga.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2008). *PISA 2003. Matemáticas. Informe español*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2013). *PISA 2012: Informe Español. Volumen I: Resultados y contexto*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Mato, M.D. (2010). Mejorar las actitudes hacia las Matemáticas. *Revista galego-portuguesa de psicología e educación*, 18(1), pp. 19-32.
- Mato, M.D., Espiñeira, E. & Chao, R. (2014). Dimensión afectiva hacia la matemática: resultados de un análisis en educación primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 32(1), pp. 57-72.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2014). *Marco General de la evaluación de 3<sup>er</sup> curso de Educación Primaria*. Recuperado el 19 de mayo, 2015, de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/evaluacionterceroprimaria/marcoev3ep18.12.2014.pdf?documentId=0901e72b81b5e704>
- Molera, J. (2012). ¿Existe relación en la Educación Primaria entre los factores afectivos en las Matemáticas y el rendimiento académico? *Estudios sobre educación*, 23, pp. 141-155.
- Muñoz, J.M. & Mato, M.D. (2008). Análisis de las actitudes respecto a las Matemáticas en alumnos de ESO. *Revista de Investigación Educativa*, 26(1), pp. 209-226.
- Palacios, A., Arias, V. & Arias, B. (2014). Attitudes Towards Mathematics: Construction and Validation of a Measurement Instrument. *Revista de Psicodidáctica*, 19(1), pp. 67-91.
- Pan, I., Regueiro, B., Ponte, B., Rodríguez, S., Piñeiro, I. & Valle, A. (2013). Motivación, implicación en los deberes escolares y rendimiento académico. *Aula Abierta*, 41(3), pp. 13-22.
- Pifarré, M. & Sanuy, J. (2001). La enseñanza de estrategias de resolución de problemas matemáticos en la ESO: un ejemplo concreto. *Revista de Investigación Didáctica: Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), pp. 297-308.
- Tourón, J., Lizasoain, L., Castro, M. & Navarro, E. (2012). Alumnos de alto, medio y bajo rendimiento en Matemáticas en TIMSS. Estudio del impacto de algunos factores de contexto. *PIRLS-TIMSS 2011: Informe Español. Análisis secundario*, 2, pp. 187-215.
- Unión Europea (2004). *Puesta en práctica del programa de trabajo Educación y Formación 2010*. Comisión Europea: Dirección General de Educación y Cultura.

## SOBRE EL AUTOR

**Ramón García Perales:** Doctor en Educación por la UNED. Profesor de Orientación Educativa en el CEIP “Nuestra Señora del Rosario” de Hellín (Albacete). Ha publicado diversos artículos de investigación y ha participado como ponente en diversos cursos y programas de máster. Su perfil investigador se centra en la Atención a la Diversidad, Altas Capacidades y Orientación e Intervención Psicopedagógica. Actualmente es investigador en la Línea 2 del Programa de Doctorado en Educación de la Escuela de Doctorado de la UNED y es miembro del grupo de investigación: La adquisición de competencias en la formación docente para mejorar la calidad de la educación. Profesor del Departamento de Pedagogía de la Facultad de Educación de Albacete, Universidad de Castilla La Mancha (UCLM).

# El modelo de barras: una estrategia para resolver problemas de enunciado en Primaria

Sergio Urbano Ruiz, Universidad Camilo José Cela, España  
José Antonio Fernández Bravo, Universidad Camilo José Cela, España  
María Pilar Fernández Palop, Universidad Camilo José Cela, España

**Resumen:** Una de las mayores dificultades a que se enfrentan los alumnos de Primaria en Matemáticas es la resolución de problemas. En Singapur se desarrolló en los años 80 una estrategia conocida como Modelo de Barras. Sus tres variantes, el modelo Todo-Parte, el modelo de Comparación y el modelo Antes-Después otorgan al Modelo de Barras la posibilidad de ser aplicados en un amplio espectro de problemas de enunciado. Además, prepara el camino para que el alumno sea capaz de asimilar con más facilidad y naturalidad el álgebra en etapas educativas posteriores. En este trabajo se muestran las tres variantes del Modelo de Barras con varios ejemplos de aplicación.

**Palabras clave:** modelo de barras, educación, primaria, problemas, matemáticas

**Abstract:** One of the biggest difficulties that Primary students face in Mathematics is problem solving. A strategy known as The Bar Model was developed in Singapore in the 1980's. Its three variables (The Part-Whole Model, The Comparison Model and The Before-and-After Model) grant The Bar Model the possibility of being applied to a wide range of formulation problems. Besides, it paves the way for the student to assimilate algebra in an easier and more natural way in later educational stages. This paper shows the three Bar Model variables and several examples of its use.

**Keywords:** Bar Model Method, Education, Primary, Problems, Mathematics

## Introducción

Existe una extensa producción investigadora en cuanto a la resolución de problemas mediante métodos heurísticos en Matemáticas. Aunque muchas veces la definición del término “problema” en el ámbito educativo puede parecer evidente, existen multitud de diferentes significaciones no equivalentes. En algunos casos no se ofrece definición alguna (Villagrán, Guzmán, Pavón y Cuevas, 2002; Blanco Nieto, 1993), en otros la definición carece de profundidad (como en Castro Martínez, 2008) y en otras ocasiones el concepto de problema se trata con mayor seriedad y considerando los matices que tiene: para empezar, la cualidad que hace de un ejercicio un problema es subjetiva (Fernández Bravo, 2010). En cuanto a este trabajo, la definición de problema que se ajusta a nuestras necesidades se podría parecer a “ejercicio en el que para hallar la respuesta se requiere la manipulación aritmética de los datos presentes en el enunciado”.

En cuanto a la resolución de problemas, tomando una definición no excesivamente rigurosa, una de las fuentes más recurrentes, tanto por pionera como por aceptada, es la teoría de Polya al respecto, que se puede resumir en entendimiento, diseño, implantación y visión retrospectiva (Santos, 1996). Aunque como estrategia general pueda ser aplicada de forma consciente o inconsciente, implícita o explícita por parte de los profesores de Matemáticas a la hora de enseñar a sus alumnos a resolver problemas, es demasiado generalista y por tanto es muy difícil para todos los alumnos aplicarla con buenos resultados. Beagle (1979, a través de Castro, 2008) reconoce que la diversidad tanto de problemas como de estudiantes hace impracticable la aplicación de una o unas pocas estrategias de resolución de problemas en Matemáticas para su enseñanza por el común de estudiantes.

Desde un punto de vista menos formal, algunas estrategias utilizadas en el aula suelen incluir la representación pictórica del problema siempre que sea posible (como recomienda Schoenfeld, 1985) o la búsqueda de palabras clave en el enunciado que puedan indicar al alumno cómo deben operar

los datos. La polisemia, la sinonimia y la imprecisión del lenguaje natural hacen que esta estrategia sea muy propensa a errores, y por tanto poco fiable.

En cualquier caso, en la literatura es frecuente encontrar métodos muy generales (como la lista de Polya) o tan específicos que tienen un reducido ámbito de aplicación, de modo que se convierten más bien en algoritmos (por ejemplo, el cálculo del área de un polígono complejo mediante la descomposición del mismo en polígonos más simples).

En la educación española figura la resolución de problemas como un objetivo primordial de la educación matemática (Castro, 2008), para lo cual se promulga la utilización de estrategias sencillas como el ensayo y error, la simplificación del problema, el análisis del enunciado y la validación de la solución calculada. Algunas de estas estrategias, si bien no carentes de validez, nuevamente adolecen de una generalidad que impide una aplicación concreta a cada problema, por no hablar de la última, que no se puede considerar estrategia para resolver un problema ya que parte de que el alumno ha obtenido la solución al mismo.

Cabe preguntarse cómo encaran los libros de texto de Matemáticas de Primaria en España esta particular dificultad. Fernández, Caballero y Fernández (2013) nos informan de las cuatro editoriales de uso más común en la Comunidad de Madrid (SM, Anaya, Edelvives y Santillana). Haciendo un análisis superficial de los libros de texto de 6º de primaria de esas cuatro editoriales (con contenidos correspondientes a la ley en vigor en 2013, la LOE), vemos cómo en dos de ellas no existen medidas específicas para enseñar a los alumnos a enfrentarse a un problema. Esto significa que la editorial deja esta tarea enteramente en manos del profesor. En las otras dos, por contra, se ofrece al estudiante una estrategia en cada unidad, a menudo (aunque no siempre) aplicable solo a los problemas de dicha unidad. Algunas de dichas estrategias son:

- Buscar las respuestas posibles, elaborando una lista y eliminando aquellos valores que no cumplan las condiciones del enunciado.
- Utilizar un dibujo para representar la situación.
- Estudiar casos más sencillos. Con esto se refieren a aplicar una especie de inducción informal, empezando con casos con números sencillos para, después de haber identificado una regla de formación, aplicar ésta al caso del enunciado.
- Ensayo y error.
- Comprobar la solución.

Es importante hacer notar que, si bien éstas y otras estrategias pueden ser muy útiles y un adulto las aplicará más o menos inconscientemente para resolver problemas de este nivel, las indicaciones que ofrecen estos libros nunca orientan al alumno hacia cómo saber qué operaciones debe realizar con los datos. Además, estas estrategias son sumamente dispares y la inmensa mayoría tienen un ámbito de aplicación muy reducido (por ejemplo, no mezclar nunca unidades de medida distintas en los cálculos, descomponer una figura en polígonos de área conocida, buscar datos en varios gráficos).

En Singapur, sin embargo, en los años 80 se desarrolló un método muy versátil para la resolución de problemas de enunciado. Singapur existe como estado independiente desde 1965. Con una educación fraccionada, dirigida por cuatro corrientes educativas diferentes (malasia, china, tamil e inglesa), se embarcó en 1979 en la confección de un riguroso estudio (conocido como el Informe Goh) cuyo objetivo sería la identificación de las fortalezas y debilidades del sistema educativo de entonces, con el fin de implementar uno nuevo más fuerte. Hoy en día, los alumnos de primaria singapurenses, herederos del New Education System nacido en aquellos años pueden presumir de que sus puntuaciones se sitúan entre las más altas del mundo en las pruebas TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) y en el prestigioso informe PISA (*Programme for International Student Assessment*).

El primero, TIMSS, se dirige en primaria a alumnos de 4º curso cada cuatro años. Según el informe que recoge los resultados de la prueba de 2011 (Martin, Mullis, Foy y Stanco, 2012), Singapur consiguió la segunda mejor puntuación del mundo, con 583 puntos. España, por su parte, logró una discreta puntuación de 482 puntos, por debajo tanto de la media de la OCDE (522 puntos) como de la media mundial (491 puntos).

Por su parte, las pruebas PISA se realizan cada tres años, y se aplica a estudiantes de 15 años (que en España cursan 3° de ESO). La última vez que se celebró fue en 2012. En esta ocasión, según el estudio publicado por la OCDE en 2013, Singapur obtuvo la mejor puntuación del mundo como país (la región de Shanghai superó su puntuación, pero no es un país), llegando a los 573 puntos. España nuevamente se tuvo que conformar con 484 puntos, 10 puntos por debajo de la media de la OCDE.

Una de las características que distinguen al sistema educativo singapurense y que pueden explicar en parte su éxito en las pruebas internacionales es la estrategia concebida con el Informe Goh y perfeccionada desde entonces, conocida con el nombre de modelo de barras (en inglés, *bar model method*).

El modelo de barras es una estrategia para representar gráficamente los datos de un problema de enunciado. Este método ayuda a comprender las relaciones entre los datos suministrados en el enunciado con los datos que se piden en el problema, de modo que facilita al alumno la comprensión de las operaciones que debe realizar para resolverlo.

Es un método extensivamente utilizado en su país de origen, hasta el punto de que es prácticamente imposible encontrar un alumno de 6° de primaria en Singapur a quien no se haya enseñado previamente este modelo.

## El modelo de barras

Para poder resolver un problema, lo importante es la visualización de los datos de que disponemos y de su manejo para dar una respuesta correcta, desprovista de cualquier información superflua que el enunciado pueda ofrecer. Pensemos en el enunciado siguiente:

“Andrés planea hacer un viaje en moto para visitar a su primo. Cuando ya ha recorrido las cuatro quintas partes del viaje, para a tomar un café. Mientras está tomando el café, calcula que le quedan por recorrer 30 kilómetros. ¿A qué distancia vive el primo de Andrés?”

En un problema como éste no es importante si Andrés va en moto o si parte de su casa. De hecho, desde un punto de vista formal, en el fondo ni siquiera nos importa cuántos kilómetros recorre Andrés. Lo que nos importa es calcular un número igual a cuatro quintas partes de sí mismo más 30 unidades. Obviamente, no se puede esperar que un alumno de primaria haga una abstracción así. Sin embargo, un cierto nivel de abstracción es necesario si hemos de buscar un método que permita resolver este problema. Y aún más si a ese método se le pide la versatilidad necesaria para poder ser utilizado en un abanico más amplio de problemas.

El modelo de barras cumple los requisitos anteriores. En el fondo, la inmensa mayoría de los problemas de enunciado (sobre todo si se excluyen problemas más específicos como los problemas de geometría o probabilidad, que implican la aplicación de unos procedimientos específicos) se basan en la manipulación aritmética de los datos que se proporcionan. Es a este tipo de problemas de enunciado al que está dirigido el método.

Cabo, Moreno y Bazán (2007) explicitan los pasos a seguir para aplicar el modelo de barras, en una lista similar a la ofrecida por Polya:

- Leer con atención el problema completo.
- Identificar los sujetos del problema.
- Dibujar una barra unidad para cada uno de ellos.
- Leer el problema de nuevo, haciendo paradas en cada dato numérico del enunciado.
- Etiquetar las barras unidad con los datos suministrados por el enunciado.
- Identificar la cantidad desconocida que constituye la pregunta del problema y etiquetarla.
- Realizar las operaciones correspondientes y escribir el resultado en el gráfico.
- Redactar, como una oración completa, la solución del problema.

El núcleo del método consiste en la representación de barras (rectángulos) que representan las cantidades involucradas en el problema, tanto las conocidas como las desconocidas. La representación gráfica del enunciado es clave. Según Ho y Lowrie (2014) dibujar diagramas representando las relaciones entre cantidades ayuda en el entendimiento y la resolución de problemas que no tienen porqué ser gráficos.

Otra parte crucial de este método es el etiquetado, pues se deben escribir etiquetas en cada barra o parte de ella con los valores que representan, y (esto es fundamental) con una interrogación los valores desconocidos.

Al disponerlos gráficamente, los datos conocidos y desconocidos se organizan de relativamente pocas formas diferentes, lo que facilita al alumno la identificación de la operación que corresponde a cada una de ellas. El mayor problema del método generalista de Polya es que no indica al alumno qué operación debe hacer con los datos, y lógicamente no es factible que un método absolutamente general pueda orientar al alumno en este sentido. De hecho, el no identificar la operación que los alumnos deben realizar con los datos es un problema muy común, puesto de manifiesto entre otros por England (2010). En esas situaciones, o bien los alumnos buscan palabras clave en el enunciado que traducir en operaciones, a veces de forma incorrecta, o bien simplemente realizan una operación más o menos al azar. Mediante el modelo de barras se minimiza esta dificultad. Además, etiquetar los datos desconocidos ayuda al alumno a no olvidarse de responder el problema en su totalidad. Por ejemplo, en el problema “si tenemos el triple de cuentas blancas que de cuentas rojas y en total tenemos 44 cuentas, ¿cuántas cuentas blancas tenemos?” un estudiante puede calcular que hay 11 cuentas rojas y dar por respondido el problema cuando no es así. Éste es un error muy común, característico de los problemas de múltiples pasos. Sin embargo, al tener que poner etiquetas en todas las barras, el estudiante es más consciente de que todavía queda otro valor que calcular, que en el anterior ejemplo es precisamente el que pide el problema.

Otra faceta fundamental en la aplicación del modelo de barras radica en la reducción a la unidad. El alumno debe identificar las partes de las barras que son “unitarias” y que nos permiten hacer comparaciones con otras partes o con otras barras, y así identificar relaciones entre unos valores y otros. Esto es especialmente importante cuando las cantidades involucradas son fracciones, como veremos más adelante. Por ejemplo, si en el enunciado se habla de un quinto de una cantidad desconocida, se debe proceder dibujando una barra que representa el total, dividirla en cinco partes (que serán las barras unidad) y coloreando o sombreando una de ellas.

Además, las barras deben representar lo más fielmente posible la situación descrita en el enunciado. Esto en ocasiones significa que deben cumplir varias condiciones a la vez, con lo que el alumno puede haber dibujado en primera instancia unas barras para cumplir la primera condición del enunciado pero no una segunda. En ese caso, debe dibujarse una nueva versión de las barras para adecuarse a la situación. Por ejemplo, después de dibujar dos barras que representan números cuya suma es cierta cantidad, el enunciado además dice que uno de los números es el triple que el otro. Siendo muy improbable que por azar las barras cumplan esta segunda condición, el alumno deberá dibujar una segunda versión del modelo, en el que además una de las barras es el triple de grande que la otra.

Por otro lado, precisamente por la necesidad de comparar fragmentos y buscar unidades comunes en distintas barras es especialmente importante que las barras tengan tamaños realistas. Ésta es una condición especialmente difícil de cumplir cuando hay que dibujar una barra cuya longitud se desconoce, como nos muestra Cheong (2002). En la medida de lo posible, sin embargo, para aplicar correctamente el modelo de barras es conveniente ser consciente de que la representación debe ser precisa y que las barras deben respetar las proporciones entre unas y otras, pues de lo contrario podrían llevar a conclusiones erróneas o hacer más difíciles de percibir las relaciones entre unidades.

Existen tres formas de aplicar el modelo de barras, pero todas comparten la misma filosofía. Es importante señalar que el mismo problema puede ser resuelto correctamente de diferentes formas, esto es, no necesariamente cada problema trae asociado un único modelo.

También es notable el hecho de que los nombres de las tres formas de aplicar el modelo de barras no figuran más que en la literatura científica que describe el modelo, pero no en los propios libros de texto de Singapur.

Para la presentación de las tres variantes del Modelo de Barras se han elegido enunciados pertenecientes a conjuntos muy dispares de ejercicios. En algunos casos pertenecen a libros de texto de Singapur, en otros casos se encuentran en libros de texto españoles, y finalmente otros se encuentran haciendo sencillas búsquedas por Internet (en castellano y en inglés). En ningún caso se han copiado

literalmente, pues los nombres de los personajes involucrados en los enunciados han sido alterados para “españolizarlos”.

Los ejercicios han sido seleccionados en base a dos criterios fundamentales. El primero de ellos es la simplicidad, pues este trabajo tiene por objetivo la presentación del Modelo de Barras y no el uso del mismo con técnicas útiles para resolver problemas complicados (lo cual ciertamente es un tema adecuado para futuros trabajos de investigación). No obstante, y tanto por no aburrir al lector como para no ocultar la potencia de la aplicación del Modelo de Barras en problemas (sencillos) de múltiples pasos, se ha optado frecuentemente por la selección de éstos últimos antes que por problemas demasiado lineales.

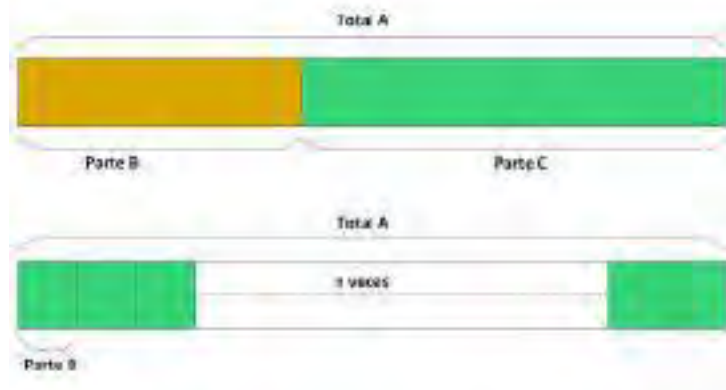
El segundo es la adecuación a los modelos presentados. Como veremos, cada uno de los modelos permite la resolución de una forma directa de problemas que cumplen una serie de características. Esto no significa que cualquier problema que no cumpla esas características no pueda ser resuelto, sino que es posible que para su resolución haga falta manipular los modelos de formas que, como acabamos de mencionar, caen fuera del objetivo que este trabajo pretende cubrir.

### **Modelo Todo-Parte (Whole-Part)**

Esta primera tipología se utiliza para representar situaciones en las que existe un total y varias partes que componen ese total.

Lo que tiene que hacer el alumno es representar los datos conocidos como barras consecutivas, conformando una barra más grande que representa el total. Así, dependiendo de la forma del enunciado, podemos tener dos tipos básicos de representación de problema. Éstos vienen reflejados en la figura 1.

Figura 1: Tipologías de modelo Todo-Parte



Fuente: Elaboración propia, 2015.

La primera de las tipologías (la barra superior en la Figura 1) correspondería a un ejercicio en el que se hay tres cantidades involucradas, dos de ellas son las partes y la tercera es el total. Las operaciones necesarias para resolver el ejercicio serán sumas o restas. En función de lo que pida el enunciado, el alumno puede conocer la operación que debe realizar, ya que:

$$A=B+C$$

$$B=A-C$$

$$C=A-B$$

Y estas operaciones son independientes de la forma en que esté redactado el enunciado. Por ejemplo, este modelo se puede utilizar en los siguientes problemas:

“Entre Juan y Luis tienen 50 canicas. Juan tiene 15 canicas. ¿Cuántas canicas tiene Luis?”

“Juan tiene 15 canicas, y Luis tiene 35 canicas. ¿Cuántas canicas tienen entre los dos?”

En cuanto al segundo tipo (representado en la barra inferior de la Figura 1), implicará para su resolución multiplicaciones y divisiones. Típicamente, en el enunciado se indica que alguna cantidad es  $n$  veces otra. Nuevamente, en función del valor pedido en el enunciado, las operaciones serán las siguientes:



$$A=n \times B$$

$$B=A : n$$

$$n=A : B$$

Como ejemplos de ejercicios para los que es apto este modelo tendríamos los siguientes:

“En una clase hay 30 alumnos, y cada uno de ellos trae al recreo 5 canicas. ¿Cuántas canicas hay entre todos los alumnos?” ( $A=n \times B$ ).

“Cada alumno de una clase trae al recreo 5 canicas. En total se han reunido 150 canicas. ¿Cuántos alumnos tiene la clase?” ( $n=A : B$ ).

“En una clase de treinta alumnos, cada uno de ellos trae al recreo la misma cantidad de canicas. Si en total se han reunido 150 canicas, ¿cuántas canicas ha traído cada alumno?” ( $B=A : n$ ).

Como ejemplo de resolución completa, tomemos el siguiente enunciado: “Hoy, un museo ha recibido 300 visitantes, de los que una cuarta parte han sido adultos y el resto niños. El precio por adulto es de 3€, mientras que cada niño paga 1€. ¿Cuánto ha recaudado hoy el museo?”

El indicio que apunta a que este problema es susceptible de ser resuelto mediante el modelo Todo-Parte es el hecho de que se habla de una cantidad total (el número de visitantes del museo) que se descompone en varias partes (adultos y niños).

El modelo de barras se aplicaría, pues, mediante el siguiente procedimiento. En primer lugar, se dibuja una barra para representar el total de visitantes del museo, etiquetándolo convenientemente. En segundo lugar, se divide en cuatro partes, pues una cuarta parte corresponde a los adultos (cada cuarto sería nuestra barra unidad). Se etiquetan igualmente cada una de estas partes, tal y como podemos ver en la figura 2.

Figura 2: Aplicación del modelo Todo-Parte



Fuente: *Elaboración propia, 2015.*

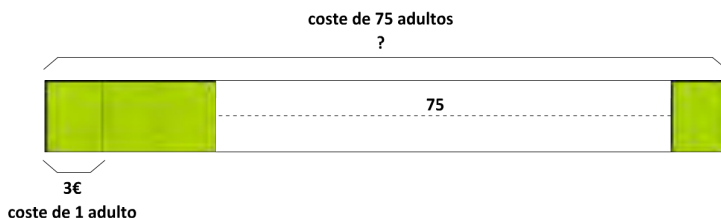
Esta configuración de datos debe dar la siguiente información al alumno que tiene que resolver el problema:

- La barra unidad es el número de adultos. Debe distinguirse entre una unidad (un visitante) y una barra unidad, que es un conjunto de unidades relacionado con diferentes magnitudes del problema (conocidas o desconocidas) que utilizaremos para relacionar unas cantidades y otras.
- El número de adultos es el número de visitantes dividido entre 4, y el número de niños se puede hallar de dos formas: o bien como el número de adultos multiplicado por 3, o bien como la diferencia entre 300 y el número de adultos.

Como vemos, la potencia del modelo radica en que no importa la redacción del problema, pues los datos se ven representados de forma que el alumno puede reconocer (si es necesario y al principio, aunque no es la opción deseable, de memoria) la operación que relaciona unos valores y otros. En este caso, el total es la suma de las partes, y una de las partes es igual al total menos la otra parte.

En un problema de varios pasos como el anterior, sin embargo, no hemos terminado. Una vez calculados cuántos adultos y cuántos niños visitaron el museo, es necesario calcular cuánto dinero se recaudó por cada grupo. Aplicando de nuevo el método anterior, se muestra otra posible relación entre valores: la división de una cantidad conocida entre un número desconocido de otras cantidades menores, como se muestra en la figura 3.

Figura 3: Aplicación del modelo Todo-Parte (II)



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Para esta segunda parte del ejercicio, el modelo Todo-Parte demuestra que la relación entre la cantidad que se nos pide y el dato que conocemos es que la primera es igual a 75 veces la segunda, luego la cantidad recaudada por los adultos asciende a 225€. Haciendo una barra semejante se consigue calcular el dinero recaudado por los niños. Evidentemente, un alumno de últimos cursos de primaria quizá no necesite acudir al modelo de barras para esta segunda parte, pero en cualquier caso el ejemplo pone de manifiesto que es un modelo útil para resolver problemas de muy diversas dificultades.

Por tanto, a la vista de los modelos que habría dibujado, el alumno podría redactar la resolución del ejercicio de la siguiente forma:

*“Una unidad es la cuarta parte del total, así que es igual a 300 personas :4=125 personas.*

*Como hay una unidad de adultos, hay 125 adultos.*

*Como hay tres unidades de niños, el número de niños es  $3 \times 125 = 225$ .*

*Por cada adulto se ganan 3€ y hay 125 adultos, así que se ganan  $125 \times 3€ = 225€$  por los adultos.*

*Cada niño paga 1€ y hay 225 niños, así que se ganan 225€ por los niños.*

*En total, el museo ha recaudado hoy  $225€ + 225€ = 450€$ ”.*

Nótese la importancia de la última oración, que contiene la respuesta a la pregunta del enunciado en forma de oración completa.

### Modelo de Comparación

El segundo tipo se aplica en situaciones en las que la mejor estrategia consiste en comparar dos situaciones distintas. Para cada una de las situaciones, el alumno debe dibujar una barra, de modo que tendrá dos barras alineadas con longitudes diferentes. Cuando además el problema involucra la suma de las dos barras, es decir, el total de las cantidades, se dibuja un segmento vertical a la derecha de ambas barras. Como en el modelo Todo-Parte, es muy importante etiquetar adecuadamente todos los elementos dibujados. En la Figura 4 podemos ver los casos de suma y resta para el caso en que el total no está involucrado.

Figura 4: Modelo de Comparación para suma y resta sin total



Fuente: Elaboración propia, 2015.

La anterior disposición pone de manifiesto las siguientes relaciones entre las cantidades:

$$A = B - C$$

$$B = A + C$$

$$C = B - A$$

Por ejemplo, esta versión del Modelo de Comparación se utilizaría en problemas similares a los siguientes:

“Luis tiene 15 canicas. Juan tiene 12 canicas más que Luis. ¿Cuántas canicas tiene Juan?” ( $B=A+C$ ).

“Luis tiene 15 canicas, y 12 canicas menos que Juan. ¿Cuántas canicas tiene Juan?” ( $B=A+C$ ).

“Luis tiene 15 canicas y Juan tiene 27. ¿Cuántas canicas más tiene Juan que Luis?” ( $C=B-A$ ).

También es aplicable este modelo a situaciones en las que una de las cantidades es un múltiplo de la otra, lo cual dará lugar a operaciones de producto o división. Estas situaciones se reflejan en la Figura 5.

Figura 5: Modelo de Comparación para producto y división sin total



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En este caso, las operaciones que extraemos del modelo son las siguientes:

$$B=n \times A$$

$$A=B:n$$

$$n=B:A$$

Los problemas a los que aplicar el modelo anterior serían similares a los siguientes:

“Una planta crece 2 centímetros cada día. ¿Cuántos centímetros habrá crecido en una semana?” ( $B=n \times A$ )

“Una planta ha crecido 14 centímetros en una semana. ¿Cuántos centímetros crece cada día, si suponemos que cada día crece lo mismo?” ( $A=B:n$ )

“Una planta que crece 2 centímetros al día ha crecido 14 centímetros. ¿Cuántos días ha tardado en crecer esa cantidad?” ( $n=B:A$ ).

Sin embargo, cuando el total también forma parte del enunciado, ya sea como dato o como incógnita, el alumno debe representar el problema, como antes comentábamos, con el total como un segmento vertical. En estos casos, cuando hablamos de un problema en el que aplicar el modelo de Comparación para producto y división con total, es interesante comprobar que se puede utilizar igualmente el modelo de Todo-Parte para el producto y división. En cambio, el modelo de Comparación para suma y resta con total (Figura 6) no es tan fácilmente traducible a un modelo Todo-Parte. Para ello se requeriría el uso de técnicas no tan básicas que caen fuera del alcance de este trabajo.

Figura 6: Modelo de Comparación para suma y resta con total



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Las operaciones que nos conducirán a dar valor a A, B, C o D serán las siguientes:

$$D=A+B$$

$$A=D-B$$

$$B=D-A$$

$$C=B-A$$

Podemos aplicar esta forma a los siguientes enunciados:

“En una clase de 35 alumnos hay 14 chicos. ¿Cuántos chicos menos que chicas hay? ¿Cuántas chicas hay?” ( $C=B-A$ ;  $B=D-A$ ).

“En una clase en la que hay 14 chicos hay 7 chicas más que chicos. ¿Cuántos alumnos tiene la clase?” ( $B=D-A$ ;  $D=A+B$ ).

“En una clase en la que hay 21 chicas hay 7 chicos menos que chicas. ¿Cuántos alumnos tiene la clase?” ( $A=D-B$ ;  $D=A+B$ ).

Cabe destacar la necesidad de hacer un análisis previo de los números involucrados. El alumno debe decidir cuál de las dos cantidades es más grande, lo cual solamente puede saber o bien de forma directa si en el enunciado figuran las dos cantidades o porque el enunciado lo indica más veladamente, indicando que una de las cantidades es  $n$  unidades mayor o menor que la otra. No hacer este análisis podría dar lugar a una representación que lleva a confusión, pues podría representarse una cantidad con una barra mayor que la de otra cantidad, cuando el valor es en realidad menor.

Existe una última combinación de incógnitas que, si bien se puede resolver, tiene una complejidad mayor que los ejemplos anteriores. Correspondería a un problema como el siguiente:

“En una clase de 35 alumnos hay 7 chicas más que chicos. ¿Cuántos chicos hay? ¿Cuántas chicas hay?”. Este caso requeriría la utilización de otras formas de manipular los datos, que quedan fuera del ámbito de este artículo.

Consideremos, como ejemplo de puesta en práctica del modelo, el siguiente problema:

“Aarón y Beatriz tienen cada uno un puesto de polos para recaudar dinero para el viaje de fin de curso. Empiezan con el mismo número de polos, pero a lo largo del día Aarón vende 25 polos y Beatriz vende 31. Si Aarón termina con el doble de polos que Beatriz, ¿cuántos polos tenían al principio?”

En este caso, aunque también existe un total (los polos que hay al principio), que podemos decir que se descompone en dos partes (los polos de Aarón y los de Beatriz), este problema no se puede resolver (al menos no de forma sencilla) mediante el uso del modelo Todo-Parte. De poderse aplicar, sería a través de alguna de las siguientes tres formas:

1. Un total inicial dividido en dos partes iguales. Al desconocerse todos los elementos del modelo y no reflejar el resto de datos del enunciado, claramente descartamos esta opción.
2. Un total final (el de después de vendidos los polos) dividido en tres unidades (una para los polos de Beatriz y dos para los de Aarón). En este caso desconocemos también todas las cantidades involucradas y seguimos sin utilizar el resto de datos del enunciado.
3. Un total inicial dividido en tres unidades (una para los polos de Beatriz y dos para los de Aarón) más otros dos bloques, uno de tamaño 25 y otro de tamaño 31 (que son los polos vendidos por Aarón y Beatriz, respectivamente). Este modelo utiliza todos los datos y además los representa fielmente, pero no coincide con los modelos básicos de modelo Todo-Parte que hemos visto anteriormente y por tanto su resolución no es directa.

Por supuesto, es lícito que un alumno intente, por ensayo y error, aplicar modelos hasta dar con el que le permite resolver el problema. Con la práctica, si recibe instrucción en este método, desarrollará la habilidad de comprender cuál es el modelo más adecuado a cada ocasión.

Planteamos la situación. Dos barras iguales representando los polos con que empiezan, a las que se quitan las partes correspondientes a los polos vendidos.

Figura 7: Modelo de Comparación. Paso 1



Fuente: Elaboración propia, 2015.

La Figura 7 muestra la situación para la primera parte del enunciado, en la que se dan los datos del número de polos vendidos. Pero no cumple la segunda, en la que Aarón tiene el doble de polos que Beatriz. Esto significa que debemos reescalar las barras coloreadas para que la superior (la de Aarón) sea el doble de grande que la inferior (la de Beatriz).

El modelo mostrado por la Figura 8 sí representa con más fidelidad la situación mostrada por el enunciado. Para resolverlo, debemos identificar el bloque unidad, que es el número de polos de Beatriz. Además, por comparación entre la barra superior de polos vendidos y la barra inferior, esa unidad equivale al número de polos vendidos por Beatriz menos el número de polos vendidos por Aarón.

El alumno podría redactar la solución del problema de la forma siguiente:

*“Una unidad es igual a la cantidad de polos vendidos por Beatriz menos la cantidad de polos vendidos por Aarón, así que la unidad es  $31-25=6$ . Beatriz ha terminado con 6 polos.*

*El número inicial de polos de Beatriz es igual a la unidad más 31, así que es  $6+31=37$ .*

*Por tanto, tanto Aarón como Beatriz comenzaron con 37 polos cada uno.”*

Figura 8: Modelo de Comparación. Paso 2



Fuente: Elaboración propia, 2015.

**Modelo Antes-Después**

Este último tipo de modelo se aplica cuando la situación a que se refiere el enunciado implica un estado anterior y uno posterior, dándose algunos datos en ambos estados. Para enunciados simples, el modelo no tiene ninguna diferencia con el modelo de Comparación o incluso con el Todo-Parte.

Por ejemplo, el problema siguiente: “Andrés tiene 20€. Se gasta 5€ en un bocadillo. ¿Cuánto dinero tiene ahora Andrés?” se modelaría mediante una barra de 20€ para la situación “antes” y dos barras, una de 5€ y otra desconocida para la situación “después”, siendo el total de las barras de ambas situaciones idénticas. Es claramente la aplicación del modelo de Comparación. También se puede dibujar una barra que representa la cantidad inicial de 20€, dividida en dos partes, una de las cuales corresponde al dinero gastado en el bocadillo y la otra al dinero restante. Estaríamos aplicando el modelo Todo-Parte.

Sin embargo, para enunciados más complejos este modelo se nutre de los anteriores en el sentido de que el alumno representará dos grupos de barras (una para antes y otra para después), que según cómo estén ofrecidos los datos seguirán el modelo Todo-Parte o el modelo de Comparación. El alumno deberá buscar datos comunes en ambas situaciones para poder completar estas barras y aplicar lo que ya sabe de los modelos anteriores para resolver el problema.

La estrecha relación que guarda con los dos modelos ya mostrados hace que de hecho no siempre se considere un modelo propiamente dicho. Al fin y al cabo, muchos problemas resolubles mediante este modelo se pueden resolver también mediante el modelo de Comparación (comparando dos barras, una para el estado “antes” y otra para el “después”), con lo cual el modelo Antes-Después tiene un cierto carácter superfluo.

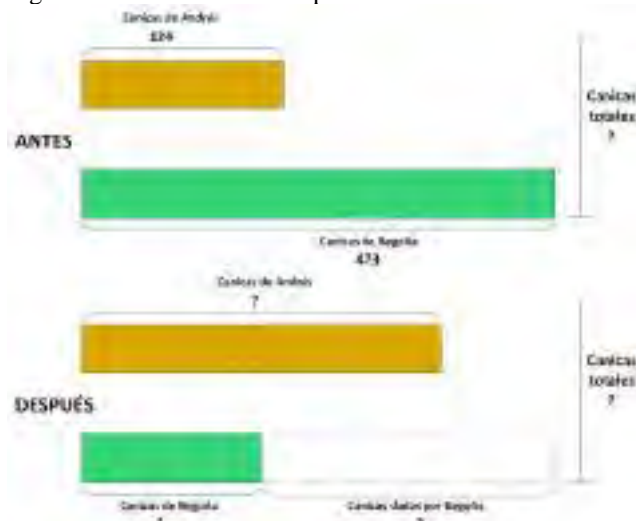
El siguiente ejemplo es un problema correspondiente a 4º de Primaria.

“Andrés tiene 124 canicas y Begoña tiene 473. Begoña da algunas de sus canicas a Andrés, de forma que ahora Andrés tiene el doble de canicas que Begoña. ¿Cuántas canicas ha dado Begoña a Andrés? ¿Cuántas canicas tiene ahora Andrés?”

El alumno sabe que tiene que aplicar el modelo Antes-Después porque el enunciado presenta dos situaciones separadas en el tiempo y nos da algunos datos para cada una de ellas. Podemos decir que el ámbito de aplicación de este método es algo más restringido que el de los dos modelos anteriores.

Empezamos representando dos juegos de barras, uno para la situación “antes” (en la que Andrés tiene 124 canicas y Begoña tiene 473) y otro para el “después” (en la que Andrés tiene el doble de canicas que Begoña). Esta representación aparece en la figura 9.

Figura 9: Modelo Antes-Después



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Para el caso “antes” hemos optado por un modelo de comparación con total, aunque perfectamente podríamos haber aplicado el modelo Todo-Parte, pues en este caso ambos son equivalentes.

No necesitamos calcular todos los interrogantes, pero evidentemente no podemos calcular nada en el “después” sin saber cuántas canicas tenemos en total. Así pues, del modelo “antes”, aplicando el modelo de Comparación para la suma con total, obtenemos la cantidad total de canicas. Esta cantidad es idéntica al total de canicas en el modelo “después” (pues en ningún momento se pierden o

se dan canicas a terceros). Este dato y la aplicación del modelo de Comparación para la situación “después” nos permitirá conocer la cantidad final de canicas de ambos.

Una posible redacción del problema sería la siguiente:

*“El número total de canicas que tienen al principio Andrés y Begoña es  $124 + 473 = 597$ .*

*Como solamente se dan canicas entre ellos, al final tienen entre los dos la misma cantidad, 597 canicas. De esta cantidad, cada unidad es un tercio, así que la unidad es  $597 \text{ canicas} : 3 = 199 \text{ canicas}$ .*

*Esta cantidad es el número de canicas de Begoña al final.*

*La cantidad de canicas de Andrés son dos unidades, así que  $199 \times 2 = 398$ .*

*Si Begoña tenía al principio 473 canicas y al final tiene 199, es que ha dado 473 canicas - 199 canicas = 274.*

*En resumen, Begoña da a Andrés 274 canicas. Andrés termina con 398 canicas.”*

Es muy interesante hacer notar que es difícil representar fielmente las barras de acuerdo a los datos y mucho más a los resultados. Por ejemplo, las canicas de Begoña “después” se han representado como menores que el número de canicas de Andrés “antes”, lo cual a la vista de los resultados no es cierto. También es mucho menor la cantidad en que ha aumentado la barra de Andrés al recibir las canicas de Begoña que la propia barra indicando esa cantidad de canicas, contigua a la barra de canicas de Begoña “después”, cuando deberían haber sido iguales. Sin embargo, en este caso tales imprecisiones no nos han impedido alcanzar la solución correcta, y es que aunque lo deseable sería que el modelo fuese un fiel reflejo de los datos del enunciado, a veces es muy difícil y puede ser incluso demasiado pedir para el alumno que así sea. Las dificultades en dibujar las barras proporcionalmente se ponen de manifiesto por Cheong (2002), quien afirma que, aunque efectivamente la solución puede no verse alterada, las proporciones entre las barras tienen que ser lo suficientemente bien respetadas como para que se puedan obtener deducciones válidas entre las partes conocidas y las desconocidas. En nuestro ejemplo, al aplicarse modelos de suma y resta no ha existido necesidad de respetar la proporción, no así si se hubieran utilizado modelos de producto o división. En cualquier caso, una estrategia de ensayo y error es siempre aceptable para representar correctamente el problema.

## Conclusiones

Es importante recalcar que los tres modelos descritos en este trabajo no compiten entre sí por ser la mejor estrategia para ayudar a resolver problemas. Los tres son variantes del mismo método, cada una de las cuales es aplicable a un conjunto de problemas propio (salvando algunas intersecciones, es decir, problemas que se pueden resolver indistintamente a través de al menos dos de las tres variantes).

Puede, además, existir otra confusión en cuanto al uso del Modelo de Barras, y es que no sirve ni para entender el enunciado del ejercicio ni para resolver las operaciones que es necesario realizar para resolverlo. Fundamentalmente es una forma de estructurar visualmente las ideas del alumno con el fin de ayudarle a reconocer cuáles son esas operaciones que debe realizar (lo cual no es poca ayuda para él).

El trabajo de investigación llevado a cabo en Singapur para desarrollar este método tiene una enorme aplicación a la enseñanza en primaria. Además, numerosos estudios como por ejemplo Ho y Lowrie (2014) y Thirunavukkarasu y Senthilnathan (2014) muestran los beneficios del aprendizaje de esta estrategia de resolución de problemas de cara a la adquisición de herramientas matemáticas más potentes, en particular el Álgebra. No en vano, el uso del símbolo “?” para señalar datos desconocidos es un paso previo al uso de incógnitas, y las operaciones que los niños realizan a partir de los modelos son realmente ecuaciones.

No es, por otra parte, un método extremadamente fácil de dominar e implica dificultades que pueden llevar a error, como indica Cheong (2002). El entrenamiento que el profesor necesita para enseñar a sus alumnos a aplicar el Modelo de Barras no es desdeñable, ni siquiera para la resolución de problemas sencillos como los mostrados en este trabajo. Existen ciertas técnicas más elaboradas para, a partir de los modelos ya vistos, resolver problemas más complejos pero esto requiere mucha más práctica, estudio y paciencia por parte del profesor.

Por otra parte, no se debe considerar que las tres distintas estrategias de aplicación del modelo de barras son unas mejores que otras, sino que más bien cada una se puede aplicar en unas situaciones y no en otras, dependiendo del enunciado. No obstante, ya hemos hecho notar la existencia de situaciones en las que más de un método es procedente, con similar dificultad de aplicación.

Es importante señalar que el modelo no resuelve el problema. Es el alumno el que utiliza el modelo para representar los datos del problema. Por tanto, para aplicarlo correctamente es necesario que el alumno **comprenda** el problema. Esta habilidad previa, la comprensión lectora del enunciado, es un requisito para poder aplicar el Modelo de Barras con éxito pero el propio modelo de barras poco puede ayudar al alumno en ese aspecto. Es por esto que el profesor tiene otro frente abierto muy importante a la hora de enseñar al alumno a resolver problemas de enunciado, y que no se puede dejar de lado por el mero uso del Modelo de Barras en el aula.

Además, existe un efecto presente en determinados alumnos de secundaria, que son reticentes a emplear ecuaciones para plantear problemas y prefieren deducir las operaciones a realizar a partir del enunciado, resolviendo así el problema. ¿Ocurriría lo mismo, pero además aplicado a sistemas de dos ecuaciones con dos incógnitas, cuyos problemas se podrían resolver mediante el modelo de barras?

Aunque Singapur ha exportado su método a otros países, en España es prácticamente desconocido. En tiempos en los que los vaivenes políticos influyen de forma notable (y en general, negativamente) en las normativas de educación, podría ser interesante la adopción de nuevas técnicas con el objetivo de mejorar los resultados internacionales más bien discretos de que hace gala el sistema educativo español (Mullis, Martin, Foy y Arora, 2012; OECD, 2012, OECD, s.f.).

En particular, la Ley Orgánica de Mejora de la Calidad Educativa, que entró en vigor en el sistema educativo español en el curso 2014-2015 en los cursos impares de Primaria, nace con vocación de mejorar dichos resultados y así lo explicita en su preámbulo. Sin embargo, los libros de texto no parecen hacerse eco de esta pretensión y continúan con estructuras similares a las de las ediciones para la ley anterior y sin la inclusión de métodos novedosos como el que presentamos en el presente artículo.

A pesar de ello, no todo el peso del cambio recae sobre los libros, ni siquiera sobre la Ley. Son al menos tres los frentes que se deben abrir para la implantación de una metodología novedosa:

- Los libros de texto, como hemos dicho antes, deben incluirla para fomentar su uso.
- Los profesores deben recibir formación en el área para poder emplearla adecuadamente en su labor diaria.
- En tercer lugar, y el más importante de todos, la metodología debe estar presente en los planes de estudio de las etapas que se encargan de formar a los futuros profesores. Este punto es crítico debido a que es la forma más eficaz de dar a conocer una nueva metodología al grueso del cuerpo de profesores. En España, la formación del profesorado, una vez obtenido el título universitario, no fomenta especialmente la difusión de metodologías innovadoras. Por esto es muy importante que estas medidas se tomen mientras el profesor se está formando en la Universidad.

Singapur es un estado con un grado de intervencionismo muy elevado comparado con España. Allí, los libros de texto son aprobados por el Ministerio de Educación previamente a su uso. Además, la formación y seguimiento del profesorado son muy estrictos. Ambas circunstancias han facilitado fuertemente la implantación del Modelo. En España, por muchas razones (entre otras, por poseer una mayor población, por la cesión de competencias a las Comunidades Autónomas, etc) el camino para este tipo de innovaciones es, desgraciadamente, mucho más lento y difícil.



## REFERENCIAS

- Ban Har, Y. (2011a). *Primary Mathematics (Standards Edition) Textbook 6A*. Singapore: Marshall Cavendish Education.
- (2011b). *Primary Mathematics (Standards Edition) Textbook 6B*. Singapore: Marshall Cavendish Education.
- Blanco Nieto, L. (1993). Una clasificación de problemas matemáticos. *Epsilon: Revista de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática "Thales"*(25), pp. 49-60.
- Cabo, M., Moreno, G., y Bazán, A. (2007). *Método gráfico de Singapur: Solución de problemas, 1*. Madrid: Santillana.
- Cheong, Y. K. (2002). The model method in Singapore. *The Mathematics Educator*, 6(2), pp. 47-64.
- Castro Martínez, E. (2008). Resolución de problemas: ideas, tendencias e influencias en España. Paper presentado en Investigación en educación matemática XII.
- Collars, C., Lee, K. P., Hoe, L. N., Leng, O. B., & Seng, T. C. (2009). *Shaping Maths. Coursebook 2nd Edition 6A*. Singapore: Marshall Cavendish Education.
- (2009). *Shaping Maths. Coursebook 2nd Edition 6B*. Singapore: Marshall Cavendish Education.
- Englard, L. (2010). RAISE THE BAR. *Teaching children mathematics*, 17(3), pp. 156-165.
- Fernández Bravo, J. A. (2010). *La resolución de problemas matemáticos. Creatividad y razonamiento en la mente de los niños*. Madrid: Mayéutica-Educación Ed.
- Fernández Palop, P., Caballero García, P. A., y Fernández Bravo, J. A. (2013). ¿Yerra el niño o yerra el libro de Matemáticas? *Números*(83), pp. 131-148.
- Ho, S. Y. y Lowrie, T. (2014). The model method: Students' performance and its effectiveness. *The Journal of Mathematical Behavior*, 35, pp. 87-100.
- Kheong, F. H., Soon, G. K., & Ramakrishnan, C. (2009). *My Pals are Here! Maths 2nd Edition 6A*. Singapore: Marshall Cavendish Education.
- (2009). *My Pals are Here! Maths 2nd Edition 6B*. Singapore: Marshall Cavendish Education.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. BOE, 10 de diciembre de 2013, pp. 97858-97921.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (s. f.). TIMSS 2011. Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/inee/estudios/timss0.html> el 1 de abril de 2015
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). TIMSS 2011 International Results in Mathematics: TIMSS & PIRLS International Study Center and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- OECD (2013). PISA 2012 Results in Focus: Secretary-General of the OECD.
- (s.f.). PISA FAQ. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/pisafaq.htm>
- Santos Trigo, L. (1996). Principios y Métodos de la Resolución de Problemas en el Aprendizaje de las Matemáticas. México D.F., México: Grupo Editorial Iberoamericano.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando: Academic Press Inc.
- Thirunavukkarasu, M. y Senthilnathan, S. (2014). Effectiveness of bar model in enhancing the learning of Mathematics at primary level. *International Journal of Teacher Educational Research*, 3(1), pp. 15-22.
- Villagrán, M. A., Guzmán, J. I. N., Pavón, J. M. L. y Cuevas, C. A. (2002). Pensamiento formal y resolución de problemas matemáticos. *Psicothema*, 14(2), pp. 382-386.

## **SOBRE EL AUTOR**

***Sergio Urbano Ruiz:*** Nacido en Madrid en 1978. Licenciado en Matemáticas en 2002. Desde entonces ha alternado profesionalmente entre la docencia y la informática (en el área de programación). Ha impartido clases de Matemáticas en ESO y Bachillerato, y a nivel universitario ha trabajado en ESNE (Madrid) en la enseñanza de Matemáticas y programación en los grados de Diseño y Desarrollo de Videojuegos y Diseño Gráfico Multimedia. En programación, ha participado en proyectos educativos para las Comunidades de Madrid y de Andalucía, y más tarde en el sector del gambling online. Actualmente se encuentra en proceso de doctorado en el área de Educación, labor que simultanea con la docencia en el Colegio Nova Hispalis (Madrid) y en ESNE.

# O mapa conceitual como recurso didático facilitador da aprendizagem significativa de conceitos sobre o tema nutrição

Felipa Pacifico Ribeiro de Assis Silveira, FIG-UNIMESP, Brasil  
Conceição Aparecida Soares Mendonça, UFRPE-UAG, Brasil

**Resumo:** O artigo apresenta resultados parciais de uma investigação que objetivou compreender a atuação do Mapa Conceitual como recurso didático facilitador da aprendizagem significativa de conceitos científicos, com ênfase no tema nutrição. O foco da investigação foram alunos da 7ª série (8º ano) do ensino fundamental de uma Escola Pública de Período Integral, situada em Guarulhos, São Paulo, Brasil. A metodologia utilizada fundamentou na abordagem qualitativa e quantitativa. Na abordagem quantitativa, delineou-se uma investigação quase experimental, cujos resultados são apresentados em estudo descritivo e analítico. Na abordagem qualitativa, os mapas conceituais produzidos durante a intervenção, passaram por interpretação interativa, a partir da estruturação e significados compartilhados durante a sua apresentação. Os resultados evidenciaram, por meio da evolução das notas, que o mapa conceitual não fez diferença na aprendizagem da turma experimental. Contudo, a diferença na aprendizagem foi manifestada perante as habilidades oferecidas por seus indicadores, nos significados atribuídos ao tema e compartilhados por meio dos mapas conceituais produzidos.

**Palavras chave:** ensino de ciências, aprendizagem significativa, mapa conceitual

**Abstract:** This article presents the results of an investigation that sought to understand the role from Conceptual Mapping as a teaching resource facilitator of meaningful learning of scientific concepts, able to promote understanding of the topic nutrition. The focus of the investigation was students from 7th grade (8th scholar year) of Elementary Education of a Full-Time Public School, located in Guarulhos - SP. The methodology used for the collection and processing of data was based on qualitative and quantitative approaches. Based on the quantitative approach, we designed a quasi-experimental research. The performance of both groups is displayed in a descriptive and analytical study. In a qualitative approach, the Concept Map produced during the intervention passed through an interactive interpretation, from the structuring and shared by the student during his presentation meanings. The results showed, through the evolution of the grades that the Concept Map made no difference in learning in the experimental group. However, the difference was evidenced through the skills shown by the indicators of learning and the meanings assigned and shared by Concept Maps.

**Keywords:** Science Teaching, Meaningful Learning, Concept Maps

## Introdução

Na perspectiva de promover o aprendizado dos alunos da 7ª série do ensino fundamental, a Proposta Curricular de Ciências do Estado de São Paulo (São Paulo, 2008) indica o tema *nutrição*, um enfoque da Biologia, como um dos temas para o ensino de ciências no primeiro bimestre letivo. Por meio desse tema, é necessário criar condições de ensino capaz de promover no aluno a compreensão sobre a dinâmica da *manutenção do organismo* a partir das relações estabelecidas entre as funções e os processos do corpo humano, entendidos como um sistema integrado e dinâmico que interage com o ambiente.

Para facilitar o entendimento dessas relações, o professor deve centrar o ensino nas funções dos nutrientes, nas necessidades diárias de energia destacando o papel dos nutrientes como suplemento energético, bem como, na alimentação balanceada e teor energético dos alimentos. Em seguida, favorecer a compreensão sobre o processamento dos alimentos e absorção dos nutrientes, realizados pelo sistema digestório; das funções do sistema respiratório; da circulação sistêmica e pulmonar, a função do sangue e do coração, relacionando-os com a manutenção da

saúde. Tais conteúdos devem ser trabalhados com o objetivo de promover competências e habilidades utilizando diferentes estratégias, a fim de estimular a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, tornando-a significativa (São Paulo, 2008).

Contudo, no primeiro contato com os alunos observou-se uma substancial fragilidade conceitual quanto ao *tema nutrição*, que impedia iniciar qualquer discussão sobre o conteúdo, determinado para aquele nível de escolaridade, nos moldes indicados pela proposta curricular oficial. A fragilidade foi também legitimada pelo Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo-SARESP, em boletim oficial emitido à escola (São Paulo, 2007).

As fragilidades na aprendizagem de temas da Biologia, segundo Goodson (1993) e Fernandes (2005) são vistas como um problema histórico, consequência da não valorização da Biologia como ciência, ocasionando a demora de sua inclusão como área disciplinar nos currículos do ensino fundamental. Krasilchik (2000) aponta a influência do contexto político e econômico das reformas educacionais vigentes no Brasil, nos critérios de seleção dos conteúdos e nas estratégias destinadas ao ensino de Biologia a nível fundamental, que acabaram por condicionar o professor a selecionar ou excluir conteúdos e estratégias de ensino sem pensar nas condições de aprendizagem do aluno. Já Ferreira, Vilela e Selles (2003) e Bizzo (2008) revelam que o ensino do conhecimento biológico nas séries fundamentais não prioriza práticas contextualizadas, prevalecendo o desejo do professor em substituir o conhecimento cotidiano pelo conhecimento científico. A ausência de atividades centradas no aluno é outro fator inibidor da aprendizagem segundo Santos e Alves-Oliveira (2011).

Embora possa parecer algo trivial, segundo Zancul (2007); Castoldi, Biazetto e Ferraz (2010), a manutenção do organismo exige o aprendizado de conceitos, atitudes e procedimentos relacionados à boa alimentação capaz de melhorar e manter a saúde do organismo. Contudo, a ausência de ações contínuas no ensino de temas sobre alimentação e nutrição, provoca fragilidade no aprendizado (Zancul, 2009). Já estudo de Nuñez e Banet (1996) revela que a aprendizagem do tema encontra-se subjacente à compreensão da totalidade interativa dos conhecimentos sobre nutrição humana, dos sistemas que intervêm na nutrição e da repercussão através da qual acontece a obtenção, a transformação e absorção de substâncias nutritivas. A não valorização destes conteúdos pelo professor, em alerta de Rivadulla, Martínez e González (2009), produzem fragilidades que vão se acumulando em todas as etapas da escolaridade fundamental, ressoando no Ensino Médio.

Os estudos citados assinalam fatores que possivelmente tem interferido, tanto explicitamente quanto implicitamente, na aprendizagem do tema em questão, constituindo-se em justificativas para as fragilidades do conhecimento científico neste nível de escolaridade, visto que, na maioria das vezes, contribui para tornar os alunos resistentes a novas significações. Essa fragilidade na aprendizagem dos conceitos científicos das Ciências Biológicas é observada na maioria das salas de aulas do Ensino Fundamental, e de acordo com o sistema de avaliação oficial, não era diferente nas turmas de 7ª série para as quais se deveriam ministrar aulas de Ciências com enfoque na Nutrição, naquele ano letivo.

Neste contexto, a sala de aula da 7ª série, caracterizou-se como um campo de investigação e intervenção, principalmente, quando se observa que as estratégias de ensino indicadas para o desenvolvimento das tarefas cognitivas não atendiam as expectativas dos alunos (Trowbridge & Wandersee, 2000). A partir disso, pressupõe-se que o material de ensino, indicado para o desenvolvimento do conteúdo seria incapaz de revelar as condições de aprendizagem dos alunos, bem como, em promovê-las. Assim, buscou-se na intervenção investigativa, a finalidade de ensinar o conteúdo proposto para a compreensão do *Tema Nutrição*, e evidenciar a aprendizagem dos conceitos científicos determinados para a escolaridade dos alunos, fazendo uso do Mapa Conceitual (MC) como recurso didático favorecedor da aprendizagem significativa e, ao mesmo tempo, julgar a sua potencialidade nesta tarefa.

Neste sentido, a intervenção investigativa, parcialmente apresentada neste artigo, teve como objetivo principal responder a seguinte pergunta: - O *Mapa Conceitual* como recurso didático facilita a aprendizagem significativa dos conceitos científicos relativos ao *Tema Nutrição* no contexto da sala de aula? - A investigação contribuiu para convalidar o uso do MC neste nível de ensino, assim como, ampliou as discussões sobre a capacidade do MC em favorecer a

aprendizagem significativa. A partir dos resultados, considera-se que o Mapa Conceitual (MC) quando utilizado como recurso didático potencialmente significativo pode auxiliar e muito a aprendizagem dos conceitos científicos em sala de aula do Ensino Fundamental.

## Fundamentação teórica

A investigação fundamentou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e nos aportes de Novak e Gowin (1999), Novak (2000) e Moreira (2003). Para Novak (2000) e Moreira (2003) o MC pode ser considerado como um diagrama indicador de relações entre conceitos e, nessa condição, assume o papel de evidenciador de concepções e conhecimentos prévios sobre a matéria de ensino. Tais aportes defendem que, quando o professor solicita ao estudante que trace um MC, para determinado conjunto de conceitos ou para um determinado conteúdo, deve solicitar ao aluno a explicação do traçado de seu MC, oralmente ou por escrito. No momento da explicação, ele observa, registra e interage com o aluno procurando captar os significados por ele atribuídos às relações explicitadas no mapa. O importante é descobrir os significados que o aluno atribui ao que está no MC e a partir daí é possível fazer inferências (Novak, 2000; Moreira, 2003).

Na investigação sobre o ensino de temas científicos, os autores recomendam o MC como um método capaz de coletar e dispor dados. O MC pode substituir as entrevistas transcritas em trechos pelo investigador, no sentido de convencer o leitor que o investigado traz certas concepções ou determinados conhecimentos. A partir das transformações dos dados o investigador chega às asserções de conhecimento e de valor proporcionado pelo estudo realizado, gerando informações significativas procedentes de sua ação investigativa (Gowin & Alvarez, 2005). Na descrição dos estudos, o investigador apresenta exemplos de MCs traçados pelos alunos durante o processo de intervenção, juntamente com trechos de suas explicações e, a partir disso, elabora suas interpretações (Moreira, 2003).

Encontra-se nestes autores as justificativas sobre a importância do professor organizar o ensino ao realizar um estudo mais exploratório dos conhecimentos prévios dos alunos, caso a pretensão for concretizar a aprendizagem significativa dos conceitos sobre qualquer tema. Conforme Ausubel (2002) e Moreira (2006), a aprendizagem significativa somente será possível a partir do momento em que o professor, atuando como um investigador, passe a compreender as fragilidades e as potencialidades de seus alunos em atribuir significados aos conceitos científicos que se deseja ensinar, embasados naqueles presentes na sua estrutura cognitiva. Esses conceitos, segundo os autores, quando significados pelo aluno podem tornar-se possíveis subsunçores que interagirão com os novos conceitos da matéria de ensino.

Em razão disso, Ausubel (2002) recomenda ao professor coletar informações sobre os conhecimentos prévios dos seus alunos para que possa de alguma maneira, analisá-los e ensiná-los de acordo. Moreira (2006, p. 19) reitera a proposta de Ausubel (2002) ao afirmar que esse conhecimento prévio “parece ser o fator isolado que mais influencia a aprendizagem subsequente” e observa, ainda, que esse conhecimento não é necessariamente um conceito, pode ser uma ideia, uma proposição ou uma representação a ser reconhecida pelo professor em sala de aula e ressignificada pelo aluno ao atribuir novo sentido, nova interpretação e nova compreensão aos seus conhecimentos prévios, permitindo que ele evolua conceitualmente, situando-se em diferentes estágios de aprendizagem.

Novak e Gowin (1999) explicam que os MCs produzidos pelos alunos dão conta disso, representando relações significativas entre diversos conceitos na forma de proposição, originando uma integração semântica, isto é, apresentando um significado lógico para quem aprende. Uma proposição pode ser formada de conceitos interligados por palavras. As palavras de ligação abrem possibilidades diversas de interligação, oferecendo diferentes alternativas que levam à aprendizagem conceitual e, em consequência, à aprendizagem proposicional. A elaboração do MC evidencia a aprendizagem conceitual e proposicional em relação à matéria de ensino na perspectiva ausubeliana, desde que os conceitos venham de situações de aprendizagem e da relação com as ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva dos alunos de forma não arbitrária e substantiva, favorecendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos conceitos. O ordenamento hierárquico vertical dos conceitos no MC exhibe os gerais, os subordinados, os específicos e exemplos, indicando as relações de

subordinação entre os conceitos (Moreira, 2006). O ordenamento hierárquico vertical é denominado por Novak e Gowin (1999), e por Gowin e Alvarez (2005), de níveis hierárquicos.

As hierarquias delineadas definem os conceitos aceitos e proposições externalizadas pelo aluno durante o processo de elaboração de seu MC. Esta forma de analisar não é a única, mas foi adotada por permitir discussões em torno das relações de subordinação entre os conceitos descritos em níveis verticais. Ao mesmo tempo, permite elaborar, pouco a pouco, uma explicação coesa do processo de ensino e aprendizagem, em tempo real na sala de aula, podendo convalidar o uso do MC como recurso didático potencialmente significativo para o ensino e aprendizado dos alunos. Além disso, conforme Kinchin (2013) permite aos alunos movimentar entre as estruturas de conhecimento, tornando o processo de aprendizagem dinâmico e amplo.

Nesta perspectiva, o MC vem sendo utilizado e investigado em várias áreas do conhecimento e em diferentes níveis de ensino e tem demonstrado possuir diversas finalidades pedagógicas. No Ensino Fundamental, por exemplo, foi utilizado para desenvolvimento da conceitualização na escrita escolar (Schäfer *et al.*, 2012); na aquisição de conceitos científicos em Ciências (Ferracin, Cervigne & Klen, 2005; Mateus & Costa, 2009; Silveira & Miltão, 2010; Silveira, Sousa & Mendonça, 2012; Silveira & Mendonça, 2014); na avaliação da aprendizagem (Mendonça, Moreira & Palermo, 2008); como organizadores prévios (Camilotti *et al.*, 2014) e no planejamento de monitorias em Ciências (Cavalheiro, Wanmacher & Del Pino, 2013), entre outros.

## Metodologia

Com fundamentação na abordagem quantitativa foi delineado uma investigação quase experimental, devido à impossibilidade de controle sobre todas as variáveis ou situações (Moreira & Rosa, 2007), por exemplo, a organização das classes, a frequência regular do aluno e ausência de vivência com o tema proposto como conteúdo curricular nas séries anteriores. Assim, elegeu-se dois grupos de estudo, o grupo experimental, turma B (7<sup>a</sup> B) e o grupo controle, turma A (7<sup>a</sup> A). Os participantes foram 50 alunos de uma Escola Estadual de Tempo Integral de Guarulhos, São Paulo, Brasil, na faixa etária de 12 a 13 anos. O processo investigativo ocorreu em um semestre letivo, no total de 60 aulas, assim distribuídas: 4 aulas destinadas ao diagnóstico inicial; 52 aulas a intervenção e 4 aulas destinadas a avaliação final (AP). Ambas as turmas foram conduzidas e mediadas pelo mesmo professor/investigador durante todo o decurso das aulas.

Na fase inicial, os dados foram obtidos por meio de uma avaliação diagnóstica (Meneses Villagrà, 2001). A avaliação diagnóstica (AD) constituiu-se de 19 questões sobre o tema, associadas a um indicador de aprendizagem (Tabela 2). A AD buscou levantar o conhecimento prévio dos alunos em relação aos nutrientes e a importância da boa alimentação para a manutenção da saúde humana. Os dados determinaram se os alunos evidenciam conhecimentos básicos sobre os processos que integram a nutrição, a partir da identificação dos nutrientes responsáveis pela sua saúde e identificaram obstáculos que possivelmente atua como inibidor da formação de subsunções sobre o tema, no sentido de promover uma intervenção didática potencial para o aprendizado em sala de aula.

A partir da análise dos dados obtidos na AD planejou-se a intervenção, que foi subsidiada por uma estratégia didática (ED). A ED foi estruturada em 5 Unidades de Ensino (UEs), com ênfase nos conteúdos: funções dos nutrientes; as necessidades diárias de alimentos; dieta balanceada (alimentação variada); o teor calórico dos alimentos: calorias, peso corpóreo e distúrbios alimentares; o aproveitamento dos nutrientes e as funções de nutrição; digestão: o processamento dos alimentos; absorção e transporte dos nutrientes; o sangue e suas funções, distúrbios circulatório; a boa alimentação e a manutenção da saúde (São Paulo, 2008).

As atividades propostas nas UEs buscaram desenvolver capacidades e habilidades cognitivas através de estratégias consideradas promotoras da participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, tais como: leitura e interpretação dirigida de textos e figuras, resolução de problemas experimentais, elaboração e discussão de hipóteses, observação dirigida de fenômenos, pesquisa em diferentes fontes de informação, discussões para elaboração de correção e sínteses coletivas (São Paulo, 2008) e, na turma B, a elaboração de MCs. Durante a intervenção

cada aluno da turma B produziu e apresentou verbalmente 4 MCs, em atendimento ao tema trabalhado nas UEs. Os MCs produzidos durante a intervenção foram apresentados durante as aulas, sendo as falas dos alunos gravadas e transcritas literalmente.

Na fase final da intervenção ocorreu a avaliação de aprendizagem (AP), utilizando-se do mesmo instrumento aplicado na AD. A avaliação caracterizou-se como instrumento de coleta de dados, tanto na AD como na AP. Devido à natureza da investigação e de seu delineamento, buscou-se atender as recomendações quanto à fidedignidade e validade do conteúdo (Carvalho, 2006; Moreira, 2011). Com essa finalidade, o conteúdo específico das questões, instrumento de coleta dos dados, foi analisado por especialista na área de Nutrição, que o atribuiu validade ao endossar a capacidade das questões em explicitar as informações desejadas sobre o conteúdo, assim poderia ser aplicada em alunos da 7ª série.

Logo, após validação, o instrumento foi aplicado na turma A, composta por 26 alunos, e corrigidas todas as questões, utilizando uma escala de notas de 0,0; 0,25; 0,5 com base em erros e acertos das questões. As notas foram atribuídas da seguinte forma: 0,0 (questão com resultado insuficiente); 0,25 (questão parcialmente suficiente); 0,5 (questão com resultado suficiente).

Com o objetivo de verificar a fidedignidade do instrumento, calculou-se o coeficiente alfa (Cronbach, 1951 citado em Moreira & Veit, 2007). Um coeficiente alfa varia de 0 a 1, sendo que quanto maior for o valor, maior será a consistência interna do instrumento. A literatura indica que na avaliação de grupos são aceitáveis valores de alfa iguais ou maiores que 0,7. O coeficiente alfa geral calculado a partir das respostas da turma A foi de 0,811, comprovando sua fidedignidade para ser aplicado em outras turmas da 7ª série. Neste caso, pode oferecer os mesmos dados e conduzir a resultados semelhantes (Carvalho, 2006; Moreira, 2011). Assim, aplicamos o mesmo instrumento, também na turma B composta por 24 alunos, sendo as respostas corrigidas com o mesmo parâmetro utilizado na turma A.

No estudo descritivo e analítico apresentam-se os dados obtidos da turma controle e da turma experimental por meio das notas da AD e da AP, as quais foram organizadas graficamente a partir dos resultados numéricos. Em consequência desses dados, foram estabelecidos 5 categorias de evolução: a de *maior amplitude* – posicionam os alunos que obtiveram variação das notas maior ou igual a 3,5; a de *amplitude regular* - situam os alunos que obtiveram variação das notas entre 2,1 a 3,4 e a de *menor amplitude* – alunos que obtiveram variação das notas entre 0,1 a 2,0; a *retrocederam* – situam os alunos que obtiveram notas na AP inferior as notas da AD; a de *mesmo patamar* – situam os alunos cujas notas não variaram.

Neste contexto, verificou se o uso do MC contribuiu para o aprendizado dos alunos utilizando como referência a média final das avaliações realizadas, antes e após a utilização do MC como recurso didático em sala de aula. Tratou-se, portanto, de uma situação em que foi comparado as médias de duas distribuições normais reduzidas (elementos da amostra  $n < 30$ ), com os mesmos elementos da amostra (dados pareados) de cada turma, em dois momentos diferentes. Assim, definimos como hipótese nula de que o “uso do MC não faz efeito na aprendizagem”, ou seja, as médias antes e após o uso do MC são iguais. Se não for comprovada a equivalência se conclui, para as amostras coletadas, a existência de diferença de desempenho. Quando a diferença entre as médias é negativa indica que houve melhora no desempenho. Para valor de  $p < 0,05$  a diferença entre as médias é estatisticamente significativa.

Na abordagem qualitativa ocorreu uma investigação interpretativa (Erikson, 1986 citado em Moreira, 2011). Dessa forma, o principal interesse foi discutir, explicar e desvendar significados (denotativos e conotativos) que os alunos atribuíram ao MC, seus elementos, sua atuação e sua influência para o ensino e aprendizagem dos conceitos de *Nutrição* em sala de aula. Os dados foram descritivos e a preocupação maior foi com o processo de interação do aluno durante a construção e apresentação dos seus MCs. Os MCs passaram por uma análise interativa, a partir de critérios inicialmente estabelecidos por Novak e Gowin (1999) quando discutem a natureza e aplicações dos MCs visando à aprendizagem significativa.

A análise do conteúdo (teor) dos MCs não se apoiou em modelos e nem passou por processo de categorização, seguiu uma abordagem qualitativa de interpretação interativa (Laville &

Dionne, 1999). A análise considerou a especificidade de cada MC e a sua contribuição potencial para mudar a dinâmica da sala de aula e a aprendizagem de seu autor. Logo, não existiu um MC certo ou errado, bom ou ruim, satisfatório ou insatisfatório. Especificamente, os MCs analisados originaram-se a partir do desenvolvimento das UEs, para atender aos diferentes temas estudados e no contexto das atividades. Na apresentação da interpretação foi denominado de MC1 o correspondente à produção inicial e MC2 à produção posterior.

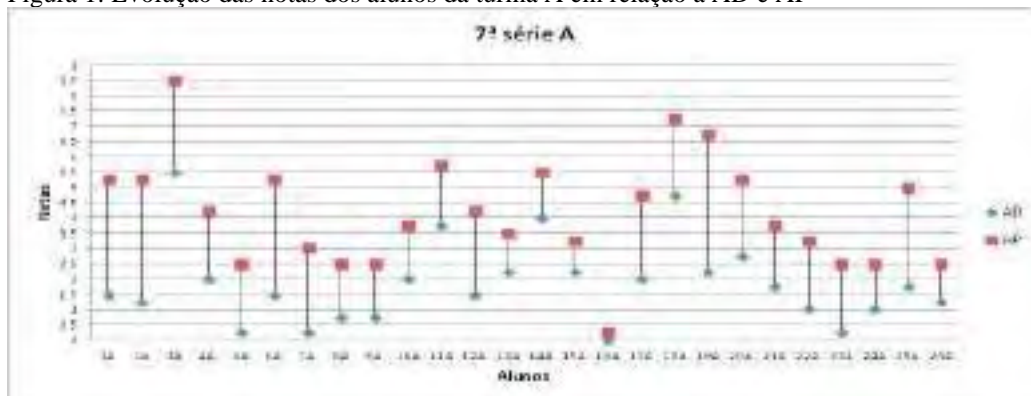
Para o entendimento da triangulação dos dados obtidos durante a investigação, são apresentados alguns MCs produzidos por 2 alunos que situam em categorias diferentes na variação quantitativa das notas. O critério de escolha dos MCs apresentados neste artigo levou em consideração o diferencial entre o que é manifestado pelos 2 alunos durante a elaboração e apresentação dos MCs e a nota obtida por eles na avaliação AP. Uma vez apresentados os MCs produzidos foram analisados e interpretados, segundo a coerência semântica exposta pelo seu autor, ou seja, conforme o significado lógico atribuído ao MC pelo aluno. Por essa razão, não se inferiu sobre a legitimidade da estrutura do MC construído. A concordância com a ideia de Novak e Gowin (1999) reiterada por Moreira (2006) de que não existe mapa correto ou incorreto e sim uma representação do pensamento do aluno no seu esforço de aprender, frente a novos conceitos e novas habilidades, permeou plenamente a análise interpretativa de cada MC.

## Resultados e Discussão

### *Estudo descritivo*

Pela disposição gráfica dos resultados numéricos das notas das avaliações (Figura 1) da turma A (controle) visualiza-se a ocorrência de evolução na aprendizagem da maioria dos alunos, a partir do conhecimento prévio. Na categoria de *maior amplitude* situam os alunos 1A, 2A, 3A, 6A, 19A, 25A; na *amplitude regular*, os alunos 4A, 5A, 7A, 12A, 17A, 18A, 20A, 22A, 23A e, na de *menor amplitude* os alunos 8A, 9A, 10A, 11A, 13A, 14A, 15A, 21A, 24A, 26A. Nesta turma, nenhum aluno obteve nota na avaliação AP abaixo do que havia obtido na AD. Apenas o aluno 16A, permaneceu no *mesmo patamar* de conhecimento prévio. O aluno 3A, apesar de apresentar variação menor que os alunos 1A, 2A, 6A e 19A, obtiveram uma nota superior. Isso demonstra a relevância do conhecimento prévio sobre o tema, manifestado pelo aluno 3A na AD. De acordo com Ausubel (2002) quanto maior o conhecimento prévio relevante para o conteúdo de ensino, melhores são as condições cognitivas para a aprendizagem. Na turma A (controle) 23% dos alunos encontram-se na condição de *maior amplitude*. Contudo, a maioria dos alunos demonstrou avanços na aprendizagem a partir de suas notas. Na escala de 0-10 obtiveram notas entre 0,0 a 8,5 pontos.

Figura 1: Evolução das notas dos alunos da turma A em relação a AD e AP

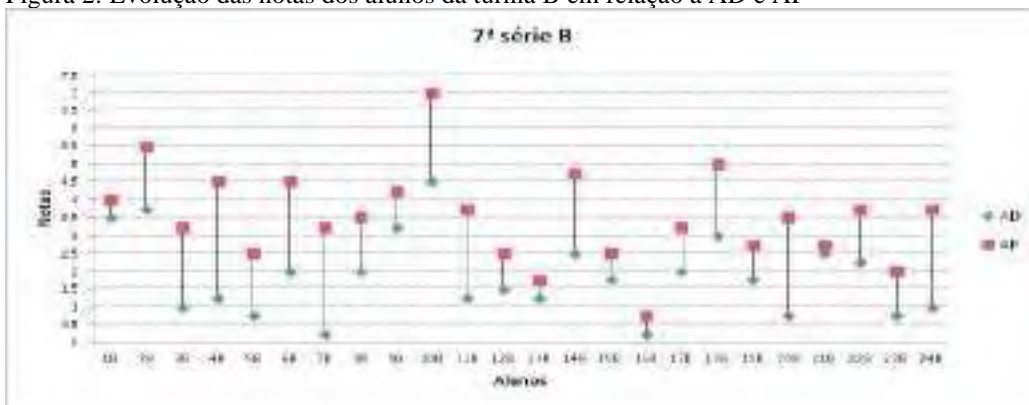


Fonte: Silveira e Mendonça (2014, como citado em Silveira, 2014).



Na turma B (experimental), ocorreram avanços em uma dimensão menor, conforme a nota obtida (Figura 2). O aumento da nota é representativo de melhoria na aprendizagem do aluno e garantiu a sua inclusão em uma das categorias. Na categoria de *maior amplitude* situa-se apenas o aluno 4B. Na de *amplitude regular* encontram-se os alunos 6B, 3B, 7B, 10B, 11B, 14B, 18B, 20B, 24B e, na de *menor amplitude*, os alunos 1B, 2B, 5B, 8B, 9B, 12B, 13B, 15B, 16B, 17B, 19B, 22B, 23B. Nessa turma, também não houve retrocessos. Apenas o aluno 21B permaneceu no *mesmo patamar* de conhecimento prévio. A potencialidade dos conhecimentos prévios, também é revelada perante o avanço do aluno 10A e o aluno 4A. Em uma escala de 0-10, os alunos obtiveram notas entre 0,5 a 7,0 pontos.

Figura 2: Evolução das notas dos alunos da turma B em relação a AD e AP



Fonte: Silveira e Mendonça (2014, como citado em Silveira, 2014).

### Estudo analítico

No estudo analítico utilizou-se como referência a média final das avaliações realizadas comparando o desempenho a partir do teste t com p-valor de 0,05 (nível de confiança de 95%). Na perspectiva dos indicadores da estatística (Tabela 1), os resultados apontam que a média da turma B sofreu uma melhora entre a avaliação inicial e a final de 1,86 para 3,54. Esta melhora é indicativa de que o conjunto dos alunos evoluiu no conhecimento positivamente. A turma A, também apresenta um indicativo de evolução, com a média passando de 1,86 da AD para 4,18 na AP. Evidentemente, a evolução da turma A foi mais significativa. Na comparação entre as avaliações obteve-se o p-valor de 0,01 indicando que a turma B teve aproveitamento. Contudo, os dados obtidos por meio das notas atribuídas na AD e AP, relativos à turma A e a turma B demonstraram, por consequência dos valores para o referido teste t, que a hipótese nula - o MC não faz diferença na aprendizagem - foi confirmada. A turma A teve um incremento médio na nota de 2,33, significativamente maior do que a turma B (1,68) que aprendeu e elaborou MCs.

Tabela 1: Resultados do teste-t para as médias das notas finais da AD e AP

Turma		Experimental (7B)	Controle (7A)
AD	Média	1,86	1,86
	Desvio padrão	1,13	1,38
AP	Média	3,54	4,18
	Desvio padrão	1,32	1,80
Valor de t		-2,33	-1,68
Grau de liberdade		47,97	
p-valor		0,01	

Fonte: Silveira e Mendonça (2014, como citado em Silveira, 2014).

Por outro lado, os valores amostrais por questão avaliada (Tabela 2), agrupadas em suas respectivas categorias de indicadores de aprendizagem, indicam que a turma A não apresentou uma melhora significativa no indicador “identificar substâncias presentes nos alimentos” e a turma B no indicador “reconhecer a importância dos nutrientes na composição dos alimentos”. Para os 19 indicadores, a turma A sobressai em apenas 10 questões, com p-valor inferior a 0,05. Das 10 questões, 4 são consideradas de nível básico para a escolaridade dos alunos, 4 de nível médio e 2 de nível avançado. Já na turma B, identificou-se 14 indicadores com p-valor inferior a 0,05, sendo 5 questões de nível avançado, 3 de nível médio e 6 de nível básico. Destes, apenas 6 foram atendidos pelas duas turmas. Em dois indicadores “diferenciar a funcionalidade dos diferentes alimentos” e “comparar o conteúdo energético de alguns alimentos” em ambas as turmas não houve explicitação de melhora significativa.

Tabela 2: Valores das médias, desvio padrão, valor t e valor ‘p’ por indicadores de aprendizado

Indicadores de aprendizado	Turma A					Turma B																																																																																																																																																																																																																																																																												
	Av.	Médias	Desvio Padrão	Valor t	p-valor	Média	Desvio Padrão	Valor t	p-valor																																																																																																																																																																																																																																																																									
Reconhecer a importância dos alimentos para o ser vivos.	AD	0,09	0,12	-0,22	<b>0,00</b>	0,13	0,16	-0,14	<b>0,00</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,31	0,19			0,26	0,21			Reconhecer a importância dos nutrientes na composição dos alimentos.	AD	0,04	0,09	-0,06	<b>0,03</b>	0,00	0,00	-0,02	0,16	AP	0,10	0,16	0,02	0,07	Identificar substâncias presentes nos alimentos.	AD	0,15	0,20	-0,10	0,06	0,07	0,14	-0,17	<b>0,00</b>	AP	0,25	0,24	0,24	0,23	Localizar informações nutricionais sobre os alimentos.	AD	0,16	0,23	-0,27	<b>0,00</b>	0,26	0,25	-0,13	<b>0,05</b>	AP	0,43	0,17	0,39	0,18	Diferenciar a funcionalidade dos diferentes alimentos.	AD	0,22	0,13	-0,04	0,29	0,31	0,18	0,05	0,31	AP	0,26	0,17	0,26	0,16	Comparar o conteúdo energético de alguns alimentos.	AD	0,00	0,00	-0,03	0,08	0,01	0,05	0,00	1,00	AP	0,03	0,08	0,01	0,05	Formular hipóteses para diferenciar alimentação balanceada da variada.	AD	0,05	0,10	-0,02	0,54	0,06	0,11	-0,08	<b>0,04</b>	AP	0,07	0,13	0,15	0,16	Diferenciar alimentos quanto a sua origem	AD	0,29	0,22	-0,11	0,08	0,25	0,22	-0,15	<b>0,01</b>	AP	0,39	0,18	0,40	0,18	Reconhecer os alimentos como fonte de energia	AD	0,04	0,12	-0,09	<b>0,04</b>	0,07	0,12	-0,03	0,27	AP	0,13	0,15	0,10	0,13	Demonstrar a importância da energia para a vida em qualquer situação biológica	AD	0,06	0,13	-0,23	<b>0,00</b>	0,08	0,14	-0,11	<b>0,01</b>	AP	0,29	0,20	0,20	0,19	Formular hipóteses quanto à relação entre as atividades físicas e o gasto de energia.	AD	0,09	0,21	-0,08	<b>0,01</b>	0,11	0,15	-0,09	<b>0,04</b>	AP	0,16	0,22	0,21	0,22	Compreender o significado de valor energético e conteúdo calórico.	AD	0,05	0,10	-0,11	<b>0,01</b>	0,06	0,15	-0,14	<b>0,01</b>	AP	0,15	0,17	0,20	0,21	Diferenciar qualidade de quantidade nutricional do alimento.	AD	0,15	0,12	-0,14	<b>0,00</b>	0,14	0,13	-0,13	<b>0,00</b>	AP	0,30	0,14	0,26	0,19	Relacionar os hábitos alimentares com fatores biológicos e culturais.	AD	0,03	0,11	-0,03	0,08	0,01	0,05	-0,04	<b>0,04</b>	AP	0,06	0,13	0,05	0,13	Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>	AP	0,07	0,13	0,06	0,11	Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>
Reconhecer a importância dos nutrientes na composição dos alimentos.	AD	0,04	0,09	-0,06	<b>0,03</b>	0,00	0,00	-0,02	0,16																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,10	0,16			0,02	0,07			Identificar substâncias presentes nos alimentos.	AD	0,15	0,20	-0,10	0,06	0,07	0,14	-0,17	<b>0,00</b>	AP	0,25	0,24	0,24	0,23	Localizar informações nutricionais sobre os alimentos.	AD	0,16	0,23	-0,27	<b>0,00</b>	0,26	0,25	-0,13	<b>0,05</b>	AP	0,43	0,17	0,39	0,18	Diferenciar a funcionalidade dos diferentes alimentos.	AD	0,22	0,13	-0,04	0,29	0,31	0,18	0,05	0,31	AP	0,26	0,17	0,26	0,16	Comparar o conteúdo energético de alguns alimentos.	AD	0,00	0,00	-0,03	0,08	0,01	0,05	0,00	1,00	AP	0,03	0,08	0,01	0,05	Formular hipóteses para diferenciar alimentação balanceada da variada.	AD	0,05	0,10	-0,02	0,54	0,06	0,11	-0,08	<b>0,04</b>	AP	0,07	0,13	0,15	0,16	Diferenciar alimentos quanto a sua origem	AD	0,29	0,22	-0,11	0,08	0,25	0,22	-0,15	<b>0,01</b>	AP	0,39	0,18	0,40	0,18	Reconhecer os alimentos como fonte de energia	AD	0,04	0,12	-0,09	<b>0,04</b>	0,07	0,12	-0,03	0,27	AP	0,13	0,15	0,10	0,13	Demonstrar a importância da energia para a vida em qualquer situação biológica	AD	0,06	0,13	-0,23	<b>0,00</b>	0,08	0,14	-0,11	<b>0,01</b>	AP	0,29	0,20	0,20	0,19	Formular hipóteses quanto à relação entre as atividades físicas e o gasto de energia.	AD	0,09	0,21	-0,08	<b>0,01</b>	0,11	0,15	-0,09	<b>0,04</b>	AP	0,16	0,22	0,21	0,22	Compreender o significado de valor energético e conteúdo calórico.	AD	0,05	0,10	-0,11	<b>0,01</b>	0,06	0,15	-0,14	<b>0,01</b>	AP	0,15	0,17	0,20	0,21	Diferenciar qualidade de quantidade nutricional do alimento.	AD	0,15	0,12	-0,14	<b>0,00</b>	0,14	0,13	-0,13	<b>0,00</b>	AP	0,30	0,14	0,26	0,19	Relacionar os hábitos alimentares com fatores biológicos e culturais.	AD	0,03	0,11	-0,03	0,08	0,01	0,05	-0,04	<b>0,04</b>	AP	0,06	0,13	0,05	0,13	Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>	AP	0,07	0,13	0,06	0,11	Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19										
Identificar substâncias presentes nos alimentos.	AD	0,15	0,20	-0,10	0,06	0,07	0,14	-0,17	<b>0,00</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,25	0,24			0,24	0,23			Localizar informações nutricionais sobre os alimentos.	AD	0,16	0,23	-0,27	<b>0,00</b>	0,26	0,25	-0,13	<b>0,05</b>	AP	0,43	0,17	0,39	0,18	Diferenciar a funcionalidade dos diferentes alimentos.	AD	0,22	0,13	-0,04	0,29	0,31	0,18	0,05	0,31	AP	0,26	0,17	0,26	0,16	Comparar o conteúdo energético de alguns alimentos.	AD	0,00	0,00	-0,03	0,08	0,01	0,05	0,00	1,00	AP	0,03	0,08	0,01	0,05	Formular hipóteses para diferenciar alimentação balanceada da variada.	AD	0,05	0,10	-0,02	0,54	0,06	0,11	-0,08	<b>0,04</b>	AP	0,07	0,13	0,15	0,16	Diferenciar alimentos quanto a sua origem	AD	0,29	0,22	-0,11	0,08	0,25	0,22	-0,15	<b>0,01</b>	AP	0,39	0,18	0,40	0,18	Reconhecer os alimentos como fonte de energia	AD	0,04	0,12	-0,09	<b>0,04</b>	0,07	0,12	-0,03	0,27	AP	0,13	0,15	0,10	0,13	Demonstrar a importância da energia para a vida em qualquer situação biológica	AD	0,06	0,13	-0,23	<b>0,00</b>	0,08	0,14	-0,11	<b>0,01</b>	AP	0,29	0,20	0,20	0,19	Formular hipóteses quanto à relação entre as atividades físicas e o gasto de energia.	AD	0,09	0,21	-0,08	<b>0,01</b>	0,11	0,15	-0,09	<b>0,04</b>	AP	0,16	0,22	0,21	0,22	Compreender o significado de valor energético e conteúdo calórico.	AD	0,05	0,10	-0,11	<b>0,01</b>	0,06	0,15	-0,14	<b>0,01</b>	AP	0,15	0,17	0,20	0,21	Diferenciar qualidade de quantidade nutricional do alimento.	AD	0,15	0,12	-0,14	<b>0,00</b>	0,14	0,13	-0,13	<b>0,00</b>	AP	0,30	0,14	0,26	0,19	Relacionar os hábitos alimentares com fatores biológicos e culturais.	AD	0,03	0,11	-0,03	0,08	0,01	0,05	-0,04	<b>0,04</b>	AP	0,06	0,13	0,05	0,13	Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>	AP	0,07	0,13	0,06	0,11	Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																									
Localizar informações nutricionais sobre os alimentos.	AD	0,16	0,23	-0,27	<b>0,00</b>	0,26	0,25	-0,13	<b>0,05</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,43	0,17			0,39	0,18			Diferenciar a funcionalidade dos diferentes alimentos.	AD	0,22	0,13	-0,04	0,29	0,31	0,18	0,05	0,31	AP	0,26	0,17	0,26	0,16	Comparar o conteúdo energético de alguns alimentos.	AD	0,00	0,00	-0,03	0,08	0,01	0,05	0,00	1,00	AP	0,03	0,08	0,01	0,05	Formular hipóteses para diferenciar alimentação balanceada da variada.	AD	0,05	0,10	-0,02	0,54	0,06	0,11	-0,08	<b>0,04</b>	AP	0,07	0,13	0,15	0,16	Diferenciar alimentos quanto a sua origem	AD	0,29	0,22	-0,11	0,08	0,25	0,22	-0,15	<b>0,01</b>	AP	0,39	0,18	0,40	0,18	Reconhecer os alimentos como fonte de energia	AD	0,04	0,12	-0,09	<b>0,04</b>	0,07	0,12	-0,03	0,27	AP	0,13	0,15	0,10	0,13	Demonstrar a importância da energia para a vida em qualquer situação biológica	AD	0,06	0,13	-0,23	<b>0,00</b>	0,08	0,14	-0,11	<b>0,01</b>	AP	0,29	0,20	0,20	0,19	Formular hipóteses quanto à relação entre as atividades físicas e o gasto de energia.	AD	0,09	0,21	-0,08	<b>0,01</b>	0,11	0,15	-0,09	<b>0,04</b>	AP	0,16	0,22	0,21	0,22	Compreender o significado de valor energético e conteúdo calórico.	AD	0,05	0,10	-0,11	<b>0,01</b>	0,06	0,15	-0,14	<b>0,01</b>	AP	0,15	0,17	0,20	0,21	Diferenciar qualidade de quantidade nutricional do alimento.	AD	0,15	0,12	-0,14	<b>0,00</b>	0,14	0,13	-0,13	<b>0,00</b>	AP	0,30	0,14	0,26	0,19	Relacionar os hábitos alimentares com fatores biológicos e culturais.	AD	0,03	0,11	-0,03	0,08	0,01	0,05	-0,04	<b>0,04</b>	AP	0,06	0,13	0,05	0,13	Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>	AP	0,07	0,13	0,06	0,11	Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																								
Diferenciar a funcionalidade dos diferentes alimentos.	AD	0,22	0,13	-0,04	0,29	0,31	0,18	0,05	0,31																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,26	0,17			0,26	0,16			Comparar o conteúdo energético de alguns alimentos.	AD	0,00	0,00	-0,03	0,08	0,01	0,05	0,00	1,00	AP	0,03	0,08	0,01	0,05	Formular hipóteses para diferenciar alimentação balanceada da variada.	AD	0,05	0,10	-0,02	0,54	0,06	0,11	-0,08	<b>0,04</b>	AP	0,07	0,13	0,15	0,16	Diferenciar alimentos quanto a sua origem	AD	0,29	0,22	-0,11	0,08	0,25	0,22	-0,15	<b>0,01</b>	AP	0,39	0,18	0,40	0,18	Reconhecer os alimentos como fonte de energia	AD	0,04	0,12	-0,09	<b>0,04</b>	0,07	0,12	-0,03	0,27	AP	0,13	0,15	0,10	0,13	Demonstrar a importância da energia para a vida em qualquer situação biológica	AD	0,06	0,13	-0,23	<b>0,00</b>	0,08	0,14	-0,11	<b>0,01</b>	AP	0,29	0,20	0,20	0,19	Formular hipóteses quanto à relação entre as atividades físicas e o gasto de energia.	AD	0,09	0,21	-0,08	<b>0,01</b>	0,11	0,15	-0,09	<b>0,04</b>	AP	0,16	0,22	0,21	0,22	Compreender o significado de valor energético e conteúdo calórico.	AD	0,05	0,10	-0,11	<b>0,01</b>	0,06	0,15	-0,14	<b>0,01</b>	AP	0,15	0,17	0,20	0,21	Diferenciar qualidade de quantidade nutricional do alimento.	AD	0,15	0,12	-0,14	<b>0,00</b>	0,14	0,13	-0,13	<b>0,00</b>	AP	0,30	0,14	0,26	0,19	Relacionar os hábitos alimentares com fatores biológicos e culturais.	AD	0,03	0,11	-0,03	0,08	0,01	0,05	-0,04	<b>0,04</b>	AP	0,06	0,13	0,05	0,13	Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>	AP	0,07	0,13	0,06	0,11	Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																																							
Comparar o conteúdo energético de alguns alimentos.	AD	0,00	0,00	-0,03	0,08	0,01	0,05	0,00	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,03	0,08			0,01	0,05			Formular hipóteses para diferenciar alimentação balanceada da variada.	AD	0,05	0,10	-0,02	0,54	0,06	0,11	-0,08	<b>0,04</b>	AP	0,07	0,13	0,15	0,16	Diferenciar alimentos quanto a sua origem	AD	0,29	0,22	-0,11	0,08	0,25	0,22	-0,15	<b>0,01</b>	AP	0,39	0,18	0,40	0,18	Reconhecer os alimentos como fonte de energia	AD	0,04	0,12	-0,09	<b>0,04</b>	0,07	0,12	-0,03	0,27	AP	0,13	0,15	0,10	0,13	Demonstrar a importância da energia para a vida em qualquer situação biológica	AD	0,06	0,13	-0,23	<b>0,00</b>	0,08	0,14	-0,11	<b>0,01</b>	AP	0,29	0,20	0,20	0,19	Formular hipóteses quanto à relação entre as atividades físicas e o gasto de energia.	AD	0,09	0,21	-0,08	<b>0,01</b>	0,11	0,15	-0,09	<b>0,04</b>	AP	0,16	0,22	0,21	0,22	Compreender o significado de valor energético e conteúdo calórico.	AD	0,05	0,10	-0,11	<b>0,01</b>	0,06	0,15	-0,14	<b>0,01</b>	AP	0,15	0,17	0,20	0,21	Diferenciar qualidade de quantidade nutricional do alimento.	AD	0,15	0,12	-0,14	<b>0,00</b>	0,14	0,13	-0,13	<b>0,00</b>	AP	0,30	0,14	0,26	0,19	Relacionar os hábitos alimentares com fatores biológicos e culturais.	AD	0,03	0,11	-0,03	0,08	0,01	0,05	-0,04	<b>0,04</b>	AP	0,06	0,13	0,05	0,13	Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>	AP	0,07	0,13	0,06	0,11	Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																																																						
Formular hipóteses para diferenciar alimentação balanceada da variada.	AD	0,05	0,10	-0,02	0,54	0,06	0,11	-0,08	<b>0,04</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,07	0,13			0,15	0,16			Diferenciar alimentos quanto a sua origem	AD	0,29	0,22	-0,11	0,08	0,25	0,22	-0,15	<b>0,01</b>	AP	0,39	0,18	0,40	0,18	Reconhecer os alimentos como fonte de energia	AD	0,04	0,12	-0,09	<b>0,04</b>	0,07	0,12	-0,03	0,27	AP	0,13	0,15	0,10	0,13	Demonstrar a importância da energia para a vida em qualquer situação biológica	AD	0,06	0,13	-0,23	<b>0,00</b>	0,08	0,14	-0,11	<b>0,01</b>	AP	0,29	0,20	0,20	0,19	Formular hipóteses quanto à relação entre as atividades físicas e o gasto de energia.	AD	0,09	0,21	-0,08	<b>0,01</b>	0,11	0,15	-0,09	<b>0,04</b>	AP	0,16	0,22	0,21	0,22	Compreender o significado de valor energético e conteúdo calórico.	AD	0,05	0,10	-0,11	<b>0,01</b>	0,06	0,15	-0,14	<b>0,01</b>	AP	0,15	0,17	0,20	0,21	Diferenciar qualidade de quantidade nutricional do alimento.	AD	0,15	0,12	-0,14	<b>0,00</b>	0,14	0,13	-0,13	<b>0,00</b>	AP	0,30	0,14	0,26	0,19	Relacionar os hábitos alimentares com fatores biológicos e culturais.	AD	0,03	0,11	-0,03	0,08	0,01	0,05	-0,04	<b>0,04</b>	AP	0,06	0,13	0,05	0,13	Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>	AP	0,07	0,13	0,06	0,11	Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																																																																					
Diferenciar alimentos quanto a sua origem	AD	0,29	0,22	-0,11	0,08	0,25	0,22	-0,15	<b>0,01</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,39	0,18			0,40	0,18			Reconhecer os alimentos como fonte de energia	AD	0,04	0,12	-0,09	<b>0,04</b>	0,07	0,12	-0,03	0,27	AP	0,13	0,15	0,10	0,13	Demonstrar a importância da energia para a vida em qualquer situação biológica	AD	0,06	0,13	-0,23	<b>0,00</b>	0,08	0,14	-0,11	<b>0,01</b>	AP	0,29	0,20	0,20	0,19	Formular hipóteses quanto à relação entre as atividades físicas e o gasto de energia.	AD	0,09	0,21	-0,08	<b>0,01</b>	0,11	0,15	-0,09	<b>0,04</b>	AP	0,16	0,22	0,21	0,22	Compreender o significado de valor energético e conteúdo calórico.	AD	0,05	0,10	-0,11	<b>0,01</b>	0,06	0,15	-0,14	<b>0,01</b>	AP	0,15	0,17	0,20	0,21	Diferenciar qualidade de quantidade nutricional do alimento.	AD	0,15	0,12	-0,14	<b>0,00</b>	0,14	0,13	-0,13	<b>0,00</b>	AP	0,30	0,14	0,26	0,19	Relacionar os hábitos alimentares com fatores biológicos e culturais.	AD	0,03	0,11	-0,03	0,08	0,01	0,05	-0,04	<b>0,04</b>	AP	0,06	0,13	0,05	0,13	Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>	AP	0,07	0,13	0,06	0,11	Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																																																																																				
Reconhecer os alimentos como fonte de energia	AD	0,04	0,12	-0,09	<b>0,04</b>	0,07	0,12	-0,03	0,27																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,13	0,15			0,10	0,13			Demonstrar a importância da energia para a vida em qualquer situação biológica	AD	0,06	0,13	-0,23	<b>0,00</b>	0,08	0,14	-0,11	<b>0,01</b>	AP	0,29	0,20	0,20	0,19	Formular hipóteses quanto à relação entre as atividades físicas e o gasto de energia.	AD	0,09	0,21	-0,08	<b>0,01</b>	0,11	0,15	-0,09	<b>0,04</b>	AP	0,16	0,22	0,21	0,22	Compreender o significado de valor energético e conteúdo calórico.	AD	0,05	0,10	-0,11	<b>0,01</b>	0,06	0,15	-0,14	<b>0,01</b>	AP	0,15	0,17	0,20	0,21	Diferenciar qualidade de quantidade nutricional do alimento.	AD	0,15	0,12	-0,14	<b>0,00</b>	0,14	0,13	-0,13	<b>0,00</b>	AP	0,30	0,14	0,26	0,19	Relacionar os hábitos alimentares com fatores biológicos e culturais.	AD	0,03	0,11	-0,03	0,08	0,01	0,05	-0,04	<b>0,04</b>	AP	0,06	0,13	0,05	0,13	Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>	AP	0,07	0,13	0,06	0,11	Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																																																																																																			
Demonstrar a importância da energia para a vida em qualquer situação biológica	AD	0,06	0,13	-0,23	<b>0,00</b>	0,08	0,14	-0,11	<b>0,01</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,29	0,20			0,20	0,19			Formular hipóteses quanto à relação entre as atividades físicas e o gasto de energia.	AD	0,09	0,21	-0,08	<b>0,01</b>	0,11	0,15	-0,09	<b>0,04</b>	AP	0,16	0,22	0,21	0,22	Compreender o significado de valor energético e conteúdo calórico.	AD	0,05	0,10	-0,11	<b>0,01</b>	0,06	0,15	-0,14	<b>0,01</b>	AP	0,15	0,17	0,20	0,21	Diferenciar qualidade de quantidade nutricional do alimento.	AD	0,15	0,12	-0,14	<b>0,00</b>	0,14	0,13	-0,13	<b>0,00</b>	AP	0,30	0,14	0,26	0,19	Relacionar os hábitos alimentares com fatores biológicos e culturais.	AD	0,03	0,11	-0,03	0,08	0,01	0,05	-0,04	<b>0,04</b>	AP	0,06	0,13	0,05	0,13	Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>	AP	0,07	0,13	0,06	0,11	Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																																																																																																																		
Formular hipóteses quanto à relação entre as atividades físicas e o gasto de energia.	AD	0,09	0,21	-0,08	<b>0,01</b>	0,11	0,15	-0,09	<b>0,04</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,16	0,22			0,21	0,22			Compreender o significado de valor energético e conteúdo calórico.	AD	0,05	0,10	-0,11	<b>0,01</b>	0,06	0,15	-0,14	<b>0,01</b>	AP	0,15	0,17	0,20	0,21	Diferenciar qualidade de quantidade nutricional do alimento.	AD	0,15	0,12	-0,14	<b>0,00</b>	0,14	0,13	-0,13	<b>0,00</b>	AP	0,30	0,14	0,26	0,19	Relacionar os hábitos alimentares com fatores biológicos e culturais.	AD	0,03	0,11	-0,03	0,08	0,01	0,05	-0,04	<b>0,04</b>	AP	0,06	0,13	0,05	0,13	Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>	AP	0,07	0,13	0,06	0,11	Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																																																																																																																																	
Compreender o significado de valor energético e conteúdo calórico.	AD	0,05	0,10	-0,11	<b>0,01</b>	0,06	0,15	-0,14	<b>0,01</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,15	0,17			0,20	0,21			Diferenciar qualidade de quantidade nutricional do alimento.	AD	0,15	0,12	-0,14	<b>0,00</b>	0,14	0,13	-0,13	<b>0,00</b>	AP	0,30	0,14	0,26	0,19	Relacionar os hábitos alimentares com fatores biológicos e culturais.	AD	0,03	0,11	-0,03	0,08	0,01	0,05	-0,04	<b>0,04</b>	AP	0,06	0,13	0,05	0,13	Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>	AP	0,07	0,13	0,06	0,11	Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																																																																																																																																																
Diferenciar qualidade de quantidade nutricional do alimento.	AD	0,15	0,12	-0,14	<b>0,00</b>	0,14	0,13	-0,13	<b>0,00</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,30	0,14			0,26	0,19			Relacionar os hábitos alimentares com fatores biológicos e culturais.	AD	0,03	0,11	-0,03	0,08	0,01	0,05	-0,04	<b>0,04</b>	AP	0,06	0,13	0,05	0,13	Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>	AP	0,07	0,13	0,06	0,11	Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																																																																																																																																																															
Relacionar os hábitos alimentares com fatores biológicos e culturais.	AD	0,03	0,11	-0,03	0,08	0,01	0,05	-0,04	<b>0,04</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,06	0,13			0,05	0,13			Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>	AP	0,07	0,13	0,06	0,11	Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																																																																																																																																																																														
Descrever a trajetória, dos alimentos no organismo e identificação dos órgãos responsáveis pela digestão.	AD	0,01	0,05	-0,06	0,06	0,01	0,05	-0,05	<b>0,02</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,07	0,13			0,06	0,11			Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>	AP	0,13	0,21	0,09	0,16	Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																																																																																																																																																																																													
Reconhecer o sangue como meio de transporte dos nutrientes.	AD	0,03	0,11	-0,11	<b>0,03</b>	0,02	0,10	-0,07	<b>0,02</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,13	0,21			0,09	0,16			Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>	AP	0,32	0,24	0,29	0,25	Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																																																																																																																																																																																																												
Compreender a função do coração no sistema de nutrição.	AD	0,22	0,25	-0,10	0,12	0,14	0,21	-0,16	<b>0,01</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,32	0,24			0,29	0,25			Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>	AP	0,05	0,14	0,00	0,00	Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																																																																																																																																																																																																																											
Relacionar a saúde do coração com bom sistema nutricional.	AD	0,03	0,08	-0,02	0,49	0,08	0,14	0,08	<b>0,01</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,05	0,14			0,00	0,00			Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>	AP	0,35	0,19	0,18	0,19																																																																																																																																																																																																																																																										
Relacionar a manutenção da saúde com bons hábitos alimentares e atividades físicas adequadas.	AD	0,08	0,15	-0,27	<b>0,00</b>	0,02	0,07	-0,16	<b>0,00</b>																																																																																																																																																																																																																																																																									
	AP	0,35	0,19			0,18	0,19																																																																																																																																																																																																																																																																											

Fonte: Silveira e Mendonça (2014, como citado em Silveira, 2014).

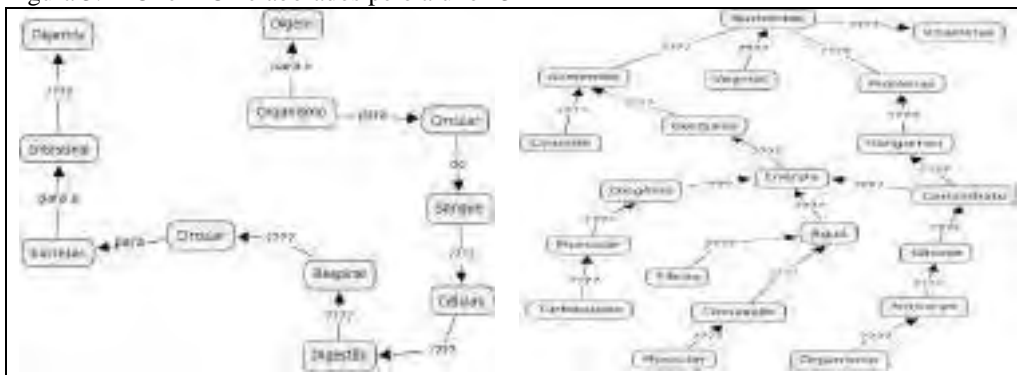
Considera-se, a partir da análise, que as habilidades oferecidas pelos 19 indicadores de aprendizagem não foram igualmente contempladas. Dos indicadores estabelecidos, 14 deles (73,6%) foram atendidos pela turma B e somente 10 (52,6%) pela turma A. Esses valores no contexto da aprendizagem são relevantes e atendem alguns objetivos básicos estabelecidos nas UEs, por exemplo: reconhecer a importância dos alimentos para os seres vivos; diferenciar tipos de alimentação; analisar tabelas nutricionais; reconhecer o valor energético dos nutrientes, entre outros. Dos 10 indicadores apresentados com diferenças significativas na turma A, 4 questões são consideradas de nível básico para a escolaridade dos alunos, 4 de nível médio e apenas 2 de nível avançado. Já para a turma B, as diferenças significativas se encontram em 5 questões de nível avançado, 3 de nível médio e 6 de nível básico. As questões consideradas como de nível avançado exigem nível de abstração e conhecimento maior, pois demandam a elaboração de hipóteses para relacionar, reconhecer e compreender os diferentes conceitos envolvidos no processo de nutrição, ou seja, atribuição de significados aos conceitos científicos, com o uso da terminologia da matéria de ensino. Logo, com base nos dados oferecidos pelos indicadores, à turma B (experimental) mostrou ter aprendido mais, refutando a hipótese nula de que o MC não faz efeito na aprendizagem.

### ***Interpretação dos MCs***

A fim de revelar o potencial educativo do MC foram selecionados para apresentar neste artigo as interpretações realizadas a partir de MCs produzidos por alunos que na análise quantitativa tiveram variações diferentes nas notas, sendo o aluno 23B (categoria de *menor amplitude*) e 21B (categoria de *mesmo patamar*), respectivamente a interpretação 1 e interpretação 2. É importante ressaltar que qualquer habilidade manifestada pelo aluno representa uma ação, concebida de uma forma mais explícita quando se identifica o conjunto de conceitos que proporciona o significado da ação e se constrói com ele um MC. Nesta perspectiva, o MC representa visualmente o processo de raciocínio do aluno e, pela sua própria natureza, pode evoluir por vários estágios (Novak & Gowin,1999).

### ***Interpretação 1***

Figura 3: MCI e MC2 elaborados pelo aluno 23B



Fonte: Silveira e Mendonça (2014, como citado em Silveira, 2014).

O aluno 23B elaborou um MC1 para avaliar o seu aprendizado sobre o processo de digestão que ocorre no organismo (Figura 3). Estruturalmente apresenta uma hierarquia por se organizar espacialmente em diferentes níveis, visualmente são identificados 4 níveis. O conceito mais geral, *organismo*, encontra-se no 2º nível, dele saem ramificações com setas indicativas da relação pretendida. Contudo, as setas indicativas não contêm palavras de ligação, capazes de sustentar uma relação de significado, seguindo uma trajetória linear que, também, não leva a uma

relação válida, até porque, algumas palavras selecionadas pelo aluno, não se referem a um conceito, por exemplo, *circular*, que aparece duas vezes no MC. Mesmo nestas condições, constituiu em um negociador de significados compartilhados pelo aluno após a sua confecção.

Eu entendi que o nosso organismo para ter vida precisa de primeiro digerir o alimento... aí eu coloquei digerir primeiro (...) depois de digerir...o organismo põe o alimento para circular...o circular do sangue... o sangue leva ele para as células...aí nas células...tem mais digestão (...) aqui eu não sei explicar...eu só sei que tem o respirar da célula que também é tipo respiração (...) quando a célula respira...ela solta umas excretas e vira produto intestinal...prá ser digerida...Eu fiz um mapa igual um circulo...igual eu penso que é tudo importante (...jeu não sei ainda fazer mapa direito...a senhora pode explicar de novo prá gente, professora?A senhora vai dar ponto negativo prá quem não fez direito?(...) A gente nunca tinha feito isso! (...) (Aluno 23B, como citado em Silveira, 2014, p. 382)

Na explicação do MC1, o aluno 23 menciona até que ponto compreendeu o papel da digestão, circulação, respiração e excreção, levando em conta a integração funcional que tais processos promovem nos organismos vivos. Várias considerações são feitas a partir dessa compreensão. A primeira refere-se às relações conceituais válidas implícitas, que foram aos poucos, explicitadas pelo aluno durante o compartilhamento do seu MC, por exemplo: *O nosso organismo para ter vida precisa de digerir o alimento; o sangue leva o alimento até as células; existe a respiração celular com liberação de produtos*. Tais proposições constituem em conhecimentos prévios relevantes. Em segundo, a consciência do não saber fazer um MC e a predisposição para aprender, que conforme Ausubel (2002) é condição para a ocorrência da aprendizagem significativa. Em terceiro, o receio de ser penalizado por não saber fazer, e acreditar que existe MC correto ou errado. Situações que precisam ser desmistificadas, de acordo com Novak e Gowin (1999); Moreira (2006), ao utilizar o MC na aprendizagem.

Quanto ao MC2 (Figura 3), estruturalmente apresenta uma hierarquia vertical ao dispor de diferentes níveis espaciais, ou seja, caminha do conceito mais inclusivo nutrientes para os considerados menos inclusivos como, por exemplo, *vitaminas, proteínas, gorduras*, e chega até os mais específicos como *muscular, organismo, circulação, anticorpos*. Alguns conceitos são vinculados por setas de entradas e saídas, sugerindo uma proposição, ou seja, uma relação de significados. Existem ramificações entre alguns conceitos subordinados e outros mais específicos. Além disso, dispõe de vários conceitos científicos que identificam o conteúdo de ensino. No entanto, não dispõe de palavras de ligação que evidenciem a relação significativa entre dois conceitos. Moreira (2006) observa que a ausência delas pode comprometer a potencialidade do MC.

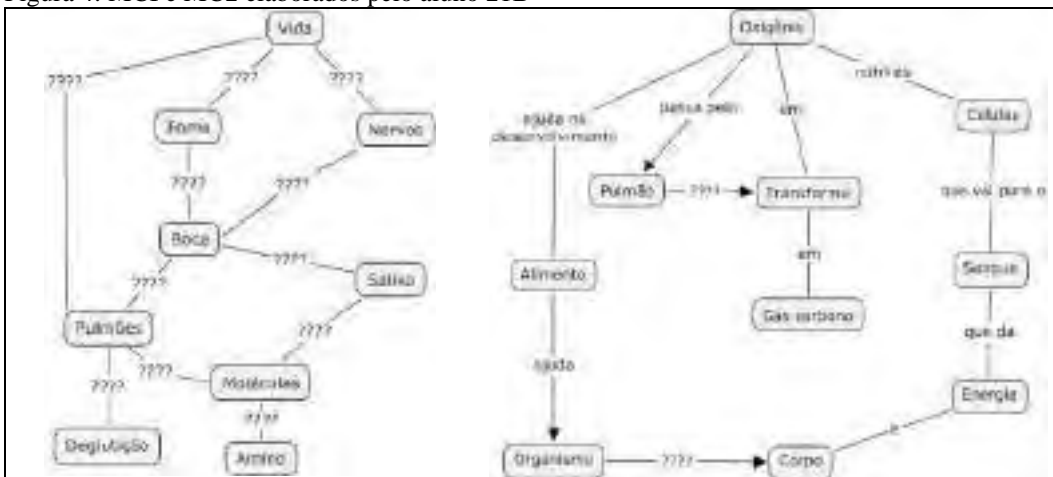
(...) Tem nutrientes... muitos nutrientes no alimento, o nutriente é um alimento (...) então essa linha aqui vai para os dois lados... as vitaminas e as proteínas são nutrientes...tem outros nutrientes nos alimentos...as gorduras e os carboidratos...a glicose vem do carboidrato... carboidrato tem muita energia...é energético (...) as gorduras também é... dá energia... os nutrientes energéticos junto com o oxigênio dá muita energia muscular (...) os atletas comem muitos alimentos energético e fica com os músculos fortes...a água é alimento...dá energia e ajuda na circulação...as fibras e a água ajuda na digestão, a água é a principal (...) a celulose tem muita fibra...tem alimento que tem mais celulose e outros que tem pouca, são os alimentos vegetais... Comer os nutrientes certos... o organismo fica com anticorpos e não tem muita doença, igual a tuberculose que deixa o sistema muscular muito fraco mesmo...e a pessoa pode até morrer (...) Aí a gente vê que os nutrientes são muito importantes prá nós (...) eu to entendendo um pouco melhor prá fazer o mapa...ainda não sei muito bem achar umas palavras certinhas que combina com o que a gente vai falar...a gente pensa uma coisa e não consegue fazer...a gente pensa que tá certo, mais as vezes fica errado (...) (Aluno 23B, como citado em Silveira, 2004, p. 382-383)

Um MC2, construído para tema nutriente, evidencia a evolução do aluno quanto ao entendimento sobre a estruturação do MC, como também, no reconhecimento de um conceito e

na significação do conteúdo. Tal atitude vai de encontro às observações de Novak (2000) de que a aquisição da capacidade de construir mapa de conceitos vai sendo adquirida a partir da experiência do aluno com os mesmos, estimulando o aprender a aprender. Dessa maneira, na medida em que o aluno foi interagindo com as estratégias para a construção de mapas, também, foi fazendo suas opções conforme demonstrado no registro de sua apresentação.

Interpretação 2

Figura 4: MCI e MC2 elaborados pelo aluno 21B



Fonte: Silveira e Mendonça (2014, como citado em Silveira, 2014).

Aparentemente simples, o MC1 (Figura 4) *alimento base da vida* demonstra compreensão do aluno quanto à estruturação que identifica um MC. Contudo, as relações conceituais, a primeira vista, não conduzem a um entendimento semântico. Somente com o compartilhamento foi possível compreender as significações atribuídas aos conceitos.

Não achei difícil fazer MC... o que eu achei difícil foi achar as palavras para colocar nas linhas (...), também não entendi muito como achar os conceitos mais legais...escolhi uns que eu ia saber falar...(...) aqui em cima coloquei vida porque se não fosse a vida ninguém ia existir...então a gente come para ter vida...(...) então a vida fica ligada na fome...eu liguei a fome com a boca...porque a gente tira a fome com a boca...na boca tem muita saliva...para ajudar a mastigar o alimento que está na boca para matar a fome...(...) na boca tem os nervos que ajuda na mastigação...são os nervos dos dentes (...) a saliva tem um tipo de fermento que transforma do amido...do pão sabe! Que a gente come, em moléculas... Liguei a vida com pulmões... (...) por causa do pulmão que a gente respira e vive... Liguei pulmão com moléculas... por que no pulmão tem moléculas de ar... (...) aqui em baixo... não sei porque eu escolhi deglutição...eu acho que é por causa da boca...tinha que ligar com a boca (...) porque tudo que a gente come é deglutido...(...) (Aluno 21B, como citado em Silveira, 2014, p. 389)

Ao compartilhar o seu MC, aluno 21B não se limitou, apenas a sequenciar os conceitos, atribuiu significados a eles. Apesar de demonstrar conhecimentos de senso comum para explicar a função dos alimentos a fim de favorecer a preservação da vida, agregou alguns conhecimentos científicos já adquiridos, formando algumas proposições válidas para o conteúdo de ensino. Isso significa romper com algumas barreiras impostas pelo conhecimento de senso comum que, normalmente, atuam como um obstáculo na aquisição de conhecimentos científicos. Por outro lado, Ausubel (2002), propõe apoderar-se de conhecimentos acumulado no cotidiano para ensinar um corpo estruturado de conhecimento. À medida que o aluno vai diferenciando e reconciliando conhecimentos a sua estrutura cognitiva vai mudando (Moreira, 2006).

O MC2 do mesmo aluno (Figura 4) foi preparado durante a atividade - O que você aprendeu?- com a finalidade de demonstrar a importância da energia contida nos alimentos com ênfase na produção de energia pela célula. Nota-se a existência de ligações válidas, por exemplo: *oxigênio nutre as células; oxigênio passa pelo pulmão; alimento ajuda o organismo; sangue fornece energia*, embora ocorra evidência de não distinção entre um conceito e palavras-chaves. Ausubel (2002) observa que são presumíveis problemas na assimilação dos conceitos e explica que o fato destes problemas serem gerenciados pelo processo psicológico, a assimilação conceitual pode demandar mais tempo. Novak e Gowin (1999), garantem que o mapeamento conceitual pode ajudar a detectar tais problemas. Ao compartilhar o seu MC2, o aluno expôs:

(...) escrevi 10 conceitos no MC para explicar o que eu entendi de tudo (...) o oxigênio coloquei aqui em cima primeiro, porque se pensar bem ele é o mais importante... Sem comer a gente pode ficar horas, mais sem oxigênio não... a gente morre rapidinho... Ele é o mais importante na respiração... Sem ele as células não fabrica energia mesmo que recebeu alimento... Por isso eu coloquei nutri as células... Nas células quando ele junta com o nutriente energético do alimento transforma em gás carbônico (...) coloquei aqui no meio... Quando a gente inspira o oxigênio ele passa do nariz para o pulmão e é de lá que passa para o sangue e chega às células... Coloquei, também, que ele ajuda no desenvolvimento do alimento... não bem desenvolvimento... é uma reação química...eu acho que o organismo faz...Aí o corpo vai ter muita energia para funcionar...viver bem, ... é isso que eu entendi até agora... (...) (Aluno 21B, como citado em Silveira, 2014, p. 390)

Durante a apresentação o aluno atribuiu significados coerentes com o conteúdo ensinado e reforça o seu reconhecimento sobre o papel do oxigênio na produção de energia. São formadas várias proposições, ou seja, dois ou mais termos conceituais ligados por palavras de modo a formar uma unidade semântica (Novak&Gowin, 1999). Isso indica que MC foi capaz de superar o desafio apresentado pela avaliação AP, cujo resultado quantitativo (nota) foi insatisfatório, conduzindo o aluno à categoria de “mesmo patamar”. Obviamente, a elaboração e apresentação dos MCs criaram melhores condições para o aluno expressar na linguagem da matéria de ensino e significar seus conceitos. Segundo Ausubel (2002) e reiterado por Moreira (2006), quando o aluno passa a significar um conceito, sendo capaz de explicá-lo em situações com as suas próprias palavras, incluindo aquilo que fez ou faz, representa aprendizagem significativa.

## Considerações finais

Ao colocar o MC ao alcance dos alunos ampliaram-se as possibilidades de ensino, capazes de romper com possíveis obstáculos no desenvolvimento do tema Nutrição na série investigada. O MC como recurso didático tornou-se potencialmente significativo, criando situações de aprendizado diferenciadas para a turma que a ele teve acesso. Neste contexto, a dinâmica que movimentou a sala de aula tornou o MC o recurso de ensino mais indicado, até porque o resultado de sua elaboração e apresentação não estava atrelado à avaliação quantitativa ou qualquer outra forma de classificação. Nesta condição apresentou a sua potencialidade didática construída pelo aluno ao compartilhar os seus feitos com os seus pares, tornando o seu MC cada vez mais eficiente na relação entre os conceitos. Além disso, demonstrou ser um ótimo agente de interação social e estimulador da linguagem ao promover um ambiente favorável ao diálogo e aprendizagem significativa dos conceitos científicos.

Os efeitos da atuação do MC foram evidenciados na AP que demonstrou a evolução conceitual em diferentes níveis e apontou um diferencial de aprendizagem entre a turma experimental e turma controle, embora esse diferencial estivesse implícito e para as quais a análise quantitativa não apontou diferenças significativas entre as turmas. Tais efeitos, também se fizeram presentes na qualidade das argumentações das respostas categorizadas, a partir de significações e possíveis obstáculos conceituais ou mesmo obstáculos pedagógicos, que atuam como inibidores da aprendizagem do tema Nutrição. O número de acertos que foram atribuídos a

cada questão da AD, também revelou os efeitos favoráveis do MC na dinâmica da sala de aula, ainda que os resultados tenha posto todos os alunos na mesma condição de aprendizado, independente dos fatores facilitadores ou inibidores do processo de avanço conceitual.

Mesmo as turmas apresentando amplitudes diversas em relação às notas, demonstradas na análise descritiva, todos se encontram em um processo ativo de aquisição de conhecimento. Entretanto, quanto a esses resultados e até mesmo sobre o estudo analítico, várias considerações foram feitas, na tentativa de justificar o diferencial na evolução da turma A em relação à turma B. Uma delas recai sobre o nível de conhecimento prévio apresentado por cada turma por meio da AD, partindo do princípio que a turma A obteve média maior. Em consequência disso, seria possuidora de subsunçores mais elaborados quanto aos conceitos da matéria de ensino. Portanto, é natural que o avanço na aprendizagem fosse maior.

No entanto, as condições para a aprendizagem significativa foram evidenciadas em ambas as turmas em função da AD que apontou as mesmas fragilidades e potencialidades em expor conceito científico sobre o tema. Nesta condição, o potencial do MC na aprendizagem somente tornou-se evidente na AP, a partir das habilidades propostas pelas atividades presentes nos 19 indicadores, destinados a cada questão, dos quais 70% deles foram atendidos pela turma experimental (B), enquanto a turma controle (A) atendeu apenas 50% deles. O fato foi evidenciado pelos valores obtidos no teste t e permitiu refutar a hipótese nula de que o MC não faz diferença na aprendizagem.

A potencialidade didática do MC na facilitação da aprendizagem significativa do tema Nutrição foi legitimada, especialmente, perante a interpretação interativa, ao revelar relações intrínsecas entre os significados denotativos e idiossincráticos atribuídos aos conceitos científicos do conteúdo ensinado, presentes na estrutura cognitiva dos alunos, durante sua elaboração e apresentação. O significado idiossincrático atribuído aos conceitos via MC, é capaz de dissimular o caráter da avaliação quantitativa. Isso foi demonstrado na triangulação dados obtidos, especialmente quanto ao aluno 21B, situado na categoria “mesmo patamar” em função de sua nota na AP.

Notadamente, o MC, além de explicitar os significados atribuídos aos conceitos científicos, guia e direciona as ações em sala de aula, mantendo uma conexão profícua entre o pensamento, sentimento e a ação praticada pelo aluno. A asserção de conhecimento aqui enunciada, foi comprovada em estudos desenvolvidos em diferentes séries do Ensino Fundamental, no sentido de inferir sobre a potencialidade do MC como recurso didático na promoção da aprendizagem significativa de conceitos científicos, por Silveira e Mendonça (2014) e Silveira (2014). Embora, não se possa afirmar que toda a aprendizagem ocorreu devido ao uso do MC, os resultados das intervenções investigativas mostraram que o MC se constitui em recurso didático potencial na revelação da aprendizagem dos alunos, bem como, na sua promoção.

Por fim, considera-se importante incorporar o MC como recurso didático à rotina das salas de aulas, disseminar as estratégias de intervenção e os resultados obtidos, a fim de manter um movimento de discussão e colaboração com os demais investigadores e educadores em Ciências, interessados no tema. Ao ampliar a corrente didática pedagógica de uso do MC em sala de aula do Ensino Fundamental, busca-se expandir e fortalecer as possibilidades de uso do MC por alunos e professores (Silveira, 2014).

## REFERÊNCIAS

- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y Retención del Conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Barcelona, España: Paidós.
- Bizzo, N. (2008). *Ciências: fácil ou difícil?*. São Paulo, Brasil: Editora Ática.
- Camilotti, F., Brinatti, A. M., Borges, J. & Rutz, S. L. (2014, setembro). Mapas Conceituais como Organizadores Prévios: Experiência no Ensino Fundamental II In: *Proceedings of the Sixth Internacional Conference on Concept Mapping*. Santos, SP, Brasil. 6. Recuperado em 25 de fevereiro de <http://cmc.ihmc.us/cmc/CMProceedings.html>.
- Carvalho, A. M. P. (2006). Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In F. M. T. Santos e I. M. Greca (Orgs.). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias*. (pp. 13-48).
- Castoldi, R., Biazetto, A. C. F. & Ferraz, D. F. (2010). Aplicação de módulo didático com o tema Nutrição a alunos do Ensino Fundamental. *Revista Eletrônica Experiências em Ensino de Ciências*, 5(1), 89-95. Recuperado em 30 de agosto, 2012 de [www.if.ufrgs.br/eenci](http://www.if.ufrgs.br/eenci).
- Cavalheiro, S. P., Wanmacher, C. M. D. & Del Pino, J. C. (2013). Desenvolvendo significados a partir de mapas conceituais numa proposta de monitoria em ciências no ensino fundamental. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 3(1), 47-55.
- Fernandes, J. A. B. (2005). Ensino de Ciências: a biologia na disciplina de Ciências. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia*, 1(1), 10-11.
- Ferracin, T. P., Cervigne, N. S. & Klein, T. A. S. (2005, novembro). Construção Significativa em Ciências: trabalhando com Mapas Conceituais. *Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, SP, Brasil. 5.
- Ferreira, M. S., Vilela, M. L. & Selles, S. E. (2003). Formação docente em Ciências Biológicas: estabelecendo relações entre a Prática de Ensino e o contexto escolar. In S. E. Selles e M. S. Ferreira. *Formação docente em Ciências: memórias e práticas* (pp. 29-46). Niterói Brasil: Eduff.
- Goodson, I. (1993). *Scholl subjects and curriculum change*. (pp. 41-52). Londres, Reino Unido: Falmer Press.
- Gowin, D. B. & Alvarez, M. C. (2005). *The Art of Educating with V Diagrams*. (pp. 215-219). Nova Iorque, Estados Unidos: Cambridge University Press.
- Kinchin, I. (2013). Concept mapping and the fundamental problem of moving between knowledge structures. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 4(1), 96-106.
- Krasilchik, M. (2000). Reformas e realidade: o caso do ensino de Ciências. *São Paulo em Perspectiva*, 14(1), 85-93.
- Laville, C. & Dionne, J. (1999). *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Porto Alegre, Brasil: Artmed.
- Mateus, W. de D. & Costa, L. M. (2009). A utilização de Mapas Conceituais como recurso didático no ensino de Ciências Naturais. *Revista Eletrônica de Ciências da Educação* 8(2), 1-16. Recuperado em 15 de janeiro, de 2010 de: <http://revistas.facecla.com.br/index.php/reped>
- Mendonça, C. A. S., Moreira, M. A. & Palmero, M. R. L. (2008, novembro). *Avaliando por meio de mapas conceituais o conhecimento de alunos do ensino básico em um tópico de ciências: relato de experiência*. Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, Canela, RS, Brasil. 2.
- Meneses Villagrà J. Á. (2001). La evaluación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. In: *Actas del PIDECE: textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos*, 3, 91-125. Porto Alegre, Brasil: UFRGS.
- Moreira, M. A. (2003). *Aprendizaje significativo: fundamentación teórica y estrategias facilitadoras*. Porto Alegre, Brasil: UFRGS.
- . (2006) *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília, Brasil: Editora da UnB.



- . (2011). *Metodologias de Pesquisa em Ensino*. São Paulo, Brasil: Editora da Livraria da Física.
- & Rosa, P. R. S. (2007). Pesquisa em Ensino: aspectos metodológicos. In: *Actas del PIDEC: Textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ciências da Universidade de Burgos*, 9, 3-55. Porto Alegre, Brasil: UFRGS.
- & Veit, E. A. (2007). Fidedignidade e Validade de testes e questionários (*Texto de Apoio preparado para a disciplina de Pós Graduação: Bases Teóricas e Metodológicas para o ensino superior*). Rio Grande de Sul, Brasil: Instituto de Física, UFRGS.
- Novak, J. D. (2000). A Demanda de um sonho: a educação pode ser melhorada. In: Mintzes, J. J., Wandersse, J. H. e Novak, J. D. *Ensinando ciência para a compreensão: uma visão construtivista* (pp. 22-43). Lisboa, Portugal: Plátano.
- & Gowin, D. B. (1999). *Aprender a Aprender*. Lisboa, Portugal: Plátano.
- Nuñez, F. & Banet, E. (1996). Modelos conceptuales sobre la digestión, respiración y circulación. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 261-278.
- Rivadulla, J., Martínez, C. & González, C. (2009). ¿Qué deben saber los niños de educación primaria sobre la nutrición humana según los maestros en formación? *Enseñanza de las Ciencias*, (Número Extra), 920-924.
- Santos, G. S. & Alves-Oliveira. (2011, dezembro). *Construindo conhecimento a partir da investigação sobre hábitos alimentares dos alunos. Atas do ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Campinas, São Paulo, Brasil. 8.
- São Paulo – Estado. (2007). *Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo - SARESP*. Boletim da Escola - nº 005861, DE Guarulhos-Sul: COGSP, São Paulo, Brasil: SEE.
- . (2008). *Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Ciências*. São Paulo, Brasil: SEE.
- Schäfer, P. B., Cañas, A. J., Fagundes, L. C. & Primo, A. F. T. (2012, setembro). Impacts of an intervention method mediated by the construction of concept maps in a news production network on students' conceptualization of written language. *Proceedings of the Fifth International Conference on Concep Mapping*. Valleta, Malta. 5.
- Silveira, F. P. R. A. (2014). *O uso de Mapas Conceituais como recurso didático facilitador da Aprendizagem Significativa em Ciências Naturais em nível de Ensino Fundamental*. Teses Doctoral. Burgos, Espanha: Universidad de Burgos.
- , Sousa, C. M. S. G. & Mendonca, C. A. S. (2012, setembro). The Concept Map as a Teaching Resource in the Construction of Astronomy Concepts. *Proceedings of the Fifth International Conference on Concept Mapping*. Valleta, Malta. 5.
- Silveira, F. P. R. S. & Mendonça, C. A. S. O. (2014, setembro). Mapa Conceitual Como Recurso Didático Facilitador da Aprendizagem Significativa de Conceitos Científicos do Tema “Propriedades da Matéria”: Um Estudo com Alunos do Ensino Fundamental. *Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping*. Santos, SP. Brasil. 6. Recuperado em 25 de fevereiro, 2015 de <http://cmc.ihmc.us/cmc/CMProceedings.html>.
- Silveira, T. M. & Miltão, M. S. R. (2009). Incentivo ao ensino de astronomia, no nível fundamental, utilizando mapas conceituais. *Caderno de Física da UEFS*, 7(01), 99-114.
- Trowbridge, J. E. & Wandersee, J. H. (2000). Estratégias de Intervenção Guiadas pela Teoria: organizadores gráficos guiados pela teoria. In Mintzes, J. J., Wandersee, J. H. e Novak, J. D. (Orgs.). *Ensinando Ciências para a compreensão: uma visão construtivista*. (pp. 99-129). Lisboa, Portugal: Plátano Edições técnicas.
- Zancul, M. S. (2007, agosto). *Educação para a Saúde: trabalho de educação alimentar e nutricional no Ensino Fundamental*. Anais do II Encontro Nacional de Ensino de Biologia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. 2.
- . (2009). Educação alimentar e nutricional em aulas de ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, (Número Extra), 93-96.

## **SOBRE AS AUTORAS**

***Felipa Pacífico Ribeiro de Assis Silveira:*** Graduada em Ciências Biológicas e em Pedagogia; Mestre em Ciências Biológicas, concentração em Ecologia pela UnG; Especialista em Educação Ambiental pela FSP-USP; Doutora em Enseñanza de Las Ciencias pela Universidad de Burgos na España (desenvolvendo pesquisa em Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais); Docente do Instituto Superior de Educação (ISE) do Centro Universitário Metropolitano de São Paulo (FIG - UNIMESP), Brasil, nas disciplinas de “Prática de Ensino”, “Educação Ambiental” e “Didática”.

***Conceição Aparecida Soares Mendonça:*** Graduada em Ciências Biológicas pela UPE; Especialista em Ensino de Biologia pela UPE; Doutora em Enseñanza de Las Ciencias pela Universidad de Burgos na España (desenvolvendo pesquisa em Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais); Docente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Campus da Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE-UAG), Brasil, nas disciplinas de “Teorias de Ensino e Aprendizagem” e “Prática de Ensino”.

# Gestión de conocimiento desde el aprendizaje basado en realidades apoyado en la simulación: casos de aplicación

Milton César García Castiblanco, Bityapi Solutions, Colombia

**Resumen:** El presente informe hace parte de las experiencias como docente durante cinco años, de la asignatura de simulación en programas de Ingeniería de Sistemas. La simulación consiste en construir modelos informáticos que describen la parte esencial del comportamiento de un sistema de interés. Así como en diseñar y realizar experimentos con tales modelos con el fin de extraer conclusiones de sus resultados para apoyar la toma de decisiones. Una pregunta típica de los estudiantes ante el conocimiento recibido de muchos de los temas durante su carrera es: ¿Cuál es el uso real que puedo darle a este tema? En el caso de la simulación esta situación es más compleja dado que los conceptos básicos necesarios para aprovechar al máximo esta asignatura son adquiridos en los primeros semestres, en asignaturas diferentes y que generalmente no se trabajan transversalmente. En mi experiencia he encontrado que la mejor forma con la cual el estudiante puede entender el uso que le puede dar al conocimiento adquirido es enfrentarse a situaciones reales, no solo a casos de estudio típico como los empresariales, sino a situaciones que suceden en su entorno real, en el momento actual de su aprendizaje. Este documento no solo hará referencia al aprendizaje basado en realidades sino también a los problemas reales con los cuales he logrado en conjunto con mis estudiantes aplicar el conocimiento adquirido.

**Palabras clave:** aprendizaje basado en realidades, simulación, recursos tecnológicos, gestión de conocimiento

**Abstract:** This report is part of the experience as a teacher for five years, the subject of simulation programs Systems Engineering. The simulation is to build computer models that describe the essential part of the behavior of a system of interest. As well as designing and conducting experiments with such models in order to draw conclusions from their results to support decision-making. A typical question of students to the knowledge received from many of the issues during his career is: What is the actual use can give this issue? In the case of simulation this situation is more complex because the basics needed to make the most of this course are acquired in the first semester, in different subjects and not generally work transversely. In my experience I have found that the best way with which the student can understand the use that can give you the knowledge acquired is to face real situations, not just cases of typical study such as business, but situations that happen in your environment real, at the moment of learning. This document will not only reference to based on realities but also to the real problems which have achieved together with my students apply the knowledge acquired learning.

**Keywords:** Realities Based Learnin , Simulation, Technology Resources, Knowledge Management

*“La adquisición de cualquier conocimiento es siempre útil al intelecto, que sabrá descartar lo malo y conservar lo bueno.”*

Leonardo Da Vinci

## Introducción

Los entornos de aprendizaje basado en realidades presentan una característica esencial, involucran a los estudiantes en actividades constructivistas en las que se enfrentan a problemas clasificados según su grado de complejidad y abstracción. El empleo de estas ideas en un

marco científico constituye un enfoque del proceso de enseñanza y aprendizaje en el que se realiza el papel del estudiante como agente activo en el proceso de adquisición del conocimiento.

Las características del estudiante que inciden en el aprendizaje basado en realidades son las siguientes:

- Tipo de aproximación al problema.
- Habilidades de descubrimiento científico.
- Naturaleza y conocimiento previo del dominio. Puede presentar una influencia tanto positiva como negativa.
- Diferencia entre aprendices teóricos y experimentalistas. Ciertos estudios llegan a la conclusión de que la aproximación teórica es la mejor para el aprendizaje.

Los entornos de simulación destinados a fines didácticos pueden estimular el aprendizaje reforzando la actitud del estudiante y, por tanto, enriqueciendo su conocimiento de forma conceptual y/o operacional. En estas herramientas se potencia la exploración, el descubrimiento y se promueve la iniciativa del estudiante.

En la vida real se presentan situaciones o sucesos que requieren tomar decisiones para planificar, predecir, invertir, proyectar, etc. Por ejemplo, la demanda creciente de un producto hace que la fábrica y los comercios adapten sus producciones y volúmenes de venta para satisfacerla y obtener una mayor rentabilidad. El nivel de calidad de un servicio en un banco se alcanza cuando se establecen una cierta cantidad de facilidades y atención a los clientes, que requieren de distintas transacciones.

Para eso es importante el conocimiento del problema o de la situación y de las posibles soluciones, donde juegan un papel de importancia herramientas que permiten la obtención de información, como la modelización y la simulación. Los datos que se obtienen permiten predecir el comportamiento actual y futuro en distintos escenarios mediante una serie de experiencias realizadas con un programa de computador.

Cualquiera sea la aplicación para simular, sea un programa comercial específico o una aplicación con lenguaje de propósitos generales, requieren conocer y manejar una serie de procedimientos y criterios para obtener datos y para analizarlos para tomar decisiones.

Los procesos de modelización y simulación son iterativos y permiten comprender mejor el sistema de estudio y ayudan a la toma de decisiones, sin el exclusivo apoyo de la intuición, experiencia o tradición.

En consecuencia es importante determinar el sistema a estudiar según determinados objetivos, representarlo mediante un modelo y luego simularlo.

## **Perspectiva general de la Gestión de Conocimiento**

La Gestión de Conocimiento (GC) es un modelo emergente y multidisciplinario que da tratamiento a aquellos aspectos del conocimiento dentro del contexto de la organización, incluyendo su creación, codificación, disseminación y aplicación; y combina estas actividades para promover el aprendizaje y la innovación.

Integra herramientas tecnológicas y rutinas organizacionales que permiten generar nuevo conocimiento, adquirirlo de fuentes externas, emplearlo en la toma de decisiones, incorporarlo a los procesos, productos y servicios, facilitar su crecimiento y transferencia hacia otras partes de la organización, medir el valor de activos intangibles y de impactos de la GC.

Se define el Conocimiento como el Conjunto de experiencias, saberes, valores, información, percepciones e ideas que crean determinada estructura mental en el sujeto para evaluar e incorporar nuevas ideas, saberes y experiencias.

La GC tiene mucho que ver entre otros factores con los activos intangibles, con el aprendizaje organizacional, con el capital humano, intelectual y relacional.

Existen varias definiciones de la GC, una visión holística considera que el conocimiento está representado en las ideas, juicios, talentos, relaciones, perspectivas y conceptos, almacenados en

la mente de las personas o incorporados en los procesos, documentos, productos, servicios, facilidades y sistemas de la empresa.

Otro principio sustenta que se encuentra de forma tácita (en la mente de las personas) o explícita (codificado y expresado como información en bases de datos, documentos). (Pérez Montoro, 2008)

La GC se compone de un amplio rango de disciplinas y tecnologías que incluyen las ciencias cognitivas, la inteligencia artificial y los sistemas expertos, sistemas de soporte al trabajo colaborativo y otros campos y tecnologías como las mostradas en la siguiente figura:

Figura 1: Disciplinas y Tecnologías de la GC



Fuente: esta investigación.

## Aprendizaje Basado en Realidades

El aprendizaje basado en problemas (ABP) se considera una metodología didáctica que centra la atención en el estudiante al convertirlo en el protagonista del proceso de aprendizaje. Al decir protagonista nos referimos a dotarlo de actividad y participación en la construcción de su propio proceso de aprendizaje.

Los problemas reales<sup>1</sup> son una pieza angular de esta metodología que convierte al estudiante en el actor-protagonista del nuevo espacio de Educación Superior. Esta nueva forma de entender los procesos de enseñanza / aprendizaje, exige poner en práctica nuevas metodologías, sobre todo a nivel práctico.

Para conseguir esto, se debe tender a implementar este tipo de metodologías, pero desde una enseñanza planificada, estructura e internacional.

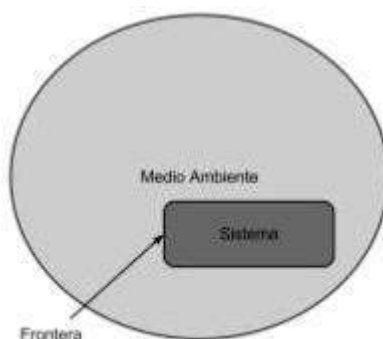
Así como los nuevos planes de estudio imponen nuevas formas de entender los procesos de enseñanza universitaria y de poner en relación a los estudiantes con los problemas a los que van a tener que enfrentarse y los ámbitos laborales a los que tendrán que acceder. Para conseguirlo, la metodología centrada en la resolución de problemas reales es imprescindible. Debemos asumir nuevas tareas y roles que ayuden al alumnado a entender cuáles serán las funciones que desempeñarán como futuros profesionales, adicionalmente el profesorado debe prepararse para enseñar en base a competencias profesionales. (Escribano, 2008)

## El sistema

Un sistema se define como una colección de partes que desarrollan funciones e interactúan juntas para el cumplimiento de algún propósito definido. En la práctica el sistema depende de los objetivos de un estudio particular. En la definición de un sistema como parte de la realidad, se consideran las fronteras, fuera de las cuales existe el Medio Ambiente.

<sup>1</sup> Algunos autores y autoras al referirse a problemas reales, los nombran también como problemas auténticos.

Figura 2: El sistema en el medio ambiente



Fuentes: Ríos Insúa, Ríos Insúa, Martín Jiménez y Jiménez Martín, 2009.

Además un sistema puede estar compuesto de uno o más subsistemas, el cual puede nuevamente consistir de uno o más subsistemas, y así sucesivamente. Por ejemplo el sistema de impuestos, puede dividirse en un subsistema provincial y otro nacional, el sistema postal (subsistema encomiendas y subsistema correspondencias). (Ríos Insúa, Ríos Insúa, Martín Jiménez y Jiménez Martín, 2009)

## Clasificación

En relación con su interacción con el medio ambiente un sistema se pueden clasificar en:

- **Abierto:** La frontera del sistema es permeable al medio ambiente. Ejemplo: un servidor web de un diario al que acceden los lectores desde distintas partes del mundo.
- **Cerrado:** La frontera del sistema es parcialmente permeable al medio ambiente. Ejemplo: un aeropuerto no permite que autos circulen por la pista.
- **Aislado:** La frontera del sistema es impermeable al medio ambiente. Ejemplo: un satélite en órbita geoestacionaria que funciona con baterías.

Según el comportamiento de las variables de estado en el tiempo el sistema puede ser:

- **Continuo:** cuando las variables que determinan su estado pueden variar en cada instante o unidad de tiempo. Ejemplo: un sistema que controla el llenado de un tanque.
- **Discreto:** cuando los cambios son discontinuos, "de a saltos". Los cambios se producen en instantes determinados de tiempo, entre los cuales permanece sin variaciones. Las variables de estado cambian instantáneamente en puntos separados en el tiempo. Ejemplos: estudiantes en un aula, que ingresan o se van de a uno.

Por la forma en que se producen los cambios dentro del sistema se puede clasificar en:

- **Determinístico:** Los cambios producen sólo un resultado, la conducta del mismo está determinada. Ejemplo: si se calienta el agua, la temperatura va a subir indefectiblemente.
- **Estocástico:** Los cambios producen resultados aleatorios más o menos probables. Ejemplo: el número y tipo de llamadas a un *call center* son valores con una probabilidad de ocurrencia.

Según la estabilidad que presente el sistema puede ser:

- **Estable:** Cuando estando quieto o en movimiento, pero en estado estacionario (en régimen), y si se le aplica una perturbación momentánea, luego de cierto tiempo vuelve a su estado original.
- **Inestable:** Si estando quieto o en movimiento uniforme, al aplicarle una pequeña perturbación momentánea, no vuelve a su estado original.

Otras clasificaciones pueden ser:

- Naturales o Artificiales.
- Dinámicos o Estáticos.
- Adaptivos (responde a cambios ambientales) o No Adaptivos.
- Repetible, Recurrente (se repite periódicamente) o Único.

## Modelo de un sistema

En algún momento de la vida de la mayoría de los sistemas, hay una necesidad de estudiarlos para entender las relaciones entre varios componentes, o para predecir el funcionamiento bajo la consideración de nuevas condiciones. Un sistema puede ser estudiado directamente mediante un experimento o con un modelo que lo representa. Cuando la primer alternativa no es conveniente (por razones de costo o incluso porque el sistema a estudiar podría aún no existir) es usualmente necesario construir un modelo del sistema. Algunas definiciones de modelo son:

**Modelo:** es la representación de un conjunto de objetos o ideas de forma diferente a la de la entidad misma.

**Modelo:** es una abstracción de la realidad que captura lo esencial para investigar y experimentar en lugar de hacerlo con el sistema real, con menor riesgo, tiempo y costo.

**Modelo:** es una "imitación" del sistema original. Como para poder imitar algo o a alguien es necesario conocerlo bien, será necesario reunir la información precisa respecto del sistema original. En el modelo participan las variables y sus relaciones. (Guasch, Piera y Casanovas, 2005)

**Modelar** es una metodología de trabajo para:

- Describir el comportamiento de los sistemas.
- Hacer hipótesis que expliquen el comportamiento observado.
- Predecir cómo responde el sistema cuando se producen cambios.

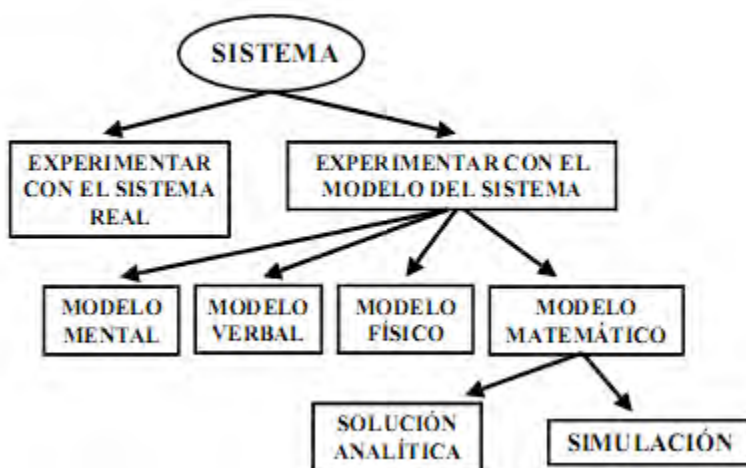
## Clasificaciones generales de un modelo

Según el punto de vista que se tome (naturaleza del sistema o uso del modelo) surgen diferentes clasificaciones:

- **Estático:** Representa las relaciones del sistema cuando está quieto o en equilibrio. Ejemplo: Maquetas. Plano. El cambio de lugar de la pared del plano de la casa refleja un nuevo estado. El modelo no muestra las etapas intermedias ni cómo se desarrollan, sólo el principio y el final.
- **Dinámico:** Refleja los cambios en el sistema a través del tiempo y muestra la evolución desde el principio hasta el final. Ejemplo: crecimiento de un ser viviente.
- **Determinístico:** Un cambio en el modelo produce uno y sólo un resultado. Ejemplo: Un modelo que represente el cambio de temperatura del agua para la sopa.
- **Estocástico:** Un cambio en el modelo produce resultados aleatorios. Ejemplo: Un modelo para estudiar el comportamiento del tránsito en la zona céntrica de la ciudad en distintos horarios.
- **Continuo:** el comportamiento cambia continuamente en el tiempo, no es una cuestión de magnitud del cambio sino de analizar si el mismo se produce en un instante de tiempo o a lo largo de todo el tiempo de estudio. Ejemplo: el movimiento de un vehículo.
- **Discreto:** los cambios en el tiempo son predominantemente discontinuos o instantáneos, es decir que las propiedades que describen su comportamiento cambian en momentos determinados de tiempo, y entre esos instantes no sucede variación alguna. Ejemplo: la entrada de personas a un negocio.

- **Físico o Icónico:** Representaciones a escala del sistema a simular. Ejemplo: Maquetas, planta piloto, avión en túnel de viento, etc.
- **Analógicos:** Para representar el sistema real se utiliza una o varias propiedades que se comportan de manera semejante. Ejemplo: una representación gráfica de la producción en función del tiempo donde la distancia en centímetros representa el tiempo transcurrido.
- **Matemáticos:** Se representan propiedades (variables o constantes) del sistema mediante símbolos matemáticos ( $x$ ,  $y$ ) y las relaciones entre las propiedades mediante operaciones matemáticas. Muchas veces son sistemas de ecuaciones diferenciales. Se resuelven por métodos analíticos o numéricos (cálculos mediante métodos u algoritmos).
- **Mental:** se sigue cierta formulación intuitiva para controlar o para comprender un sistema. Ejemplo: no se requiere de la ecuación matemática de la ley de la gravedad para mantener un vaso en equilibrio.

Figura 3: Tipos de modelos



Fuente: García, 2003.

## Simulación

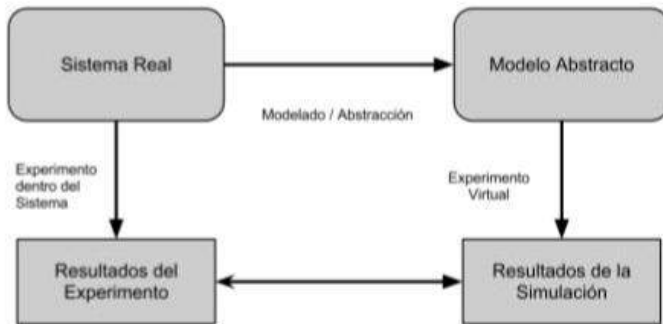
Una vez construido un modelo matemático, si este es lo suficientemente sencillo, puede ser posible trabajar con sus relaciones y cantidades para obtener una solución analítica exacta.

Si una solución analítica para un modelo matemático está disponible y es computacionalmente eficiente, usualmente es deseable estudiar el modelo en esta forma, en vez que por la vía de la simulación. Sin embargo, muchos sistemas son altamente complejos, de manera que los modelos matemáticos válidos de ellos son ellos mismos complejos, descartando cualquier posibilidad de una solución analítica. En este caso, el modelo debe ser estudiado por medio de simulación. Otro caso es la combinación de reglas lógicas y la matemática.

**Simulación:** Es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y realizar experimentos con él para entender el comportamiento del sistema y/o evaluar estrategias para la operación del mismo. (García, 2003)



Figura 4: Paradigma simulación



Fuentes: Ríos Insúa, Ríos Insúa, Martín Jiménez y Jiménez Martín, 2009.

## Etapas en el desarrollo de un modelo de simulación

No necesariamente todos los estudios contendrán todas estas etapas y en el orden señalado; algunos estudios pueden contener etapas que no se reflejan en el diagrama. Además, un estudio de simulación no es un proceso secuencial simple. A medida que uno avanza con un estudio y un mejor entendimiento del sistema de interés es obtenido, es frecuentemente deseable volver a un paso previo.

- **Formulación del problema y planificación del estudio:** cada estudio debe comenzar con una sentencia clara de los objetivos globales del estudio y las cuestiones específicas a ser atendidas; sin esta sentencia hay poca esperanza de éxito. El estudio completo debe ser planeado en términos del número de personas, los costos, y el tiempo requerido para cada aspecto del estudio.
- **Recolección de datos y definición de un modelo:** la información y los datos deben ser tomados sobre el sistema de interés (si existe) y usado para especificar los procedimientos operativos y distribuciones de probabilidad para las variables aleatorias usadas en el modelo. Por ejemplo, en el modelado de un banco, se podrían recolectar los tiempos entre arribos y los tiempos de servicio y usar esos datos para especificar distribuciones de tiempos inter-arribos y de servicios para usarlas en el modelo. Si es posible, los datos sobre el rendimiento del sistema, por ejemplo, demoras en la cola de clientes de un banco, deben ser recolectados para propósitos de validación en etapas posteriores.
- **Validación:** aunque la validación es algo que debe ser hecho a lo largo de todo el estudio de simulación, hay varios puntos en el estudio donde la validación es particularmente apropiada. En la construcción del modelo es útil incorporar personas que estén íntimamente familiarizados con las operaciones del sistema actual y los que deben tomar decisiones regularmente. Así se incrementará la validez del modelo y la credibilidad (o validez percibida) por parte de los responsables de decisiones también crecerá. Otro punto para validar es en la adecuación de las distribuciones de probabilidad especificadas para la generación de variables aleatorias de entrada, que debe ser testeada usando pruebas de bondad de ajuste.
- **Construcción de un programa de computador y verificación:** el modelador debe decidir si programar el modelo en un lenguaje de propósito general, o en un lenguaje de simulación diseñado especialmente o simulador. Un lenguaje de programación de propósito general probablemente ya será conocido y estará disponible. Un lenguaje de simulación puede reducir el tiempo de programación requerido significativamente. La verificación de un modelo programado significa que en las corridas no se produzcan errores.

- **Realización de corridas de prueba:** las primeras corridas con el modelo verificado se hacen con propósitos de validación. Son pruebas de corridas con resultados conocidos para verificar si el modelo está bien programado y para validar las salidas de simulación con datos reales.
- **Validación:** las corridas de prueba pueden ser utilizadas para chequear la sensibilidad de la salida del modelo a pequeños cambios en un parámetro de entrada. Si la salida varía mucho, se debe obtener una mejor estimación del parámetro de entrada. Si existe un sistema similar al de interés, los datos de salida pueden ser comparadas con aquellas del sistema existente actual. Si el acuerdo es bueno, el modelo validado es modificado de manera que represente el sistema de interés, siempre que esta modificación no sea demasiado costosa.
- **Diseño de experimentos:** consiste en organizar las corridas de simulación con cambios en los valores de las variables de entrada. Se debe seleccionar el o los diseño/s de sistema y realizar las corridas. Por cada diseño de sistema a ser simulado se deben tomar decisiones sobre las condiciones iniciales para las corridas, la longitud de tiempo de puesta en marcha (si hubiera), la longitud de la o las corrida/s, y el número de corridas de simulación independientes a realizar para cada grupo de datos de entrada.
- **Realización de las corridas de producción:** Las corridas de producción se hacen para proveer datos de rendimiento de los diseños del sistema de interés.
- **Análisis de los datos de salida:** Se utilizan técnicas estadísticas para analizar los datos de salida de las corridas de producción. Los objetivos típicos son construir un intervalo de confianza para una medida de performance para un diseño de sistema particular o decidir cuál sistema simulado es el mejor relativo a alguna medida específica de performance.
- **Documentación, presentación, e implementación de resultados:** Como los modelos de simulación son comúnmente usados para más de una aplicación, es importante documentar las suposiciones que se hicieron en el modelo como así también el programa de computadora mismo. Finalmente, un estudio de simulación cuyos resultados nunca son implementados es probablemente una falla. Además, los resultados de modelos altamente creíbles serán probablemente usados.

## Casos de aplicación

El objetivo principal de las experiencias realizadas, ha sido realizar proyectos de aplicación interdisciplinar, apoyándose en conocimientos adquiridos en las asignaturas previas y relacionadas con situaciones reales, ocurridas durante el semestre que se toma la asignatura. Esto quiere decir que estos proyectos siempre fueron diferentes en cada semestre.

### Caso: Optimizando el amortiguamiento de un automóvil - Semestre: 2009-I

El estado de la malla vial de la ciudad es uno de los problemas que más aqueja a todos los bogotanos sin importar estrato o el lugar donde vivan. A diario vemos en noticias y redes sociales que centenares de ciudadanos se quejan constantemente por los miles de huecos que hay por toda Bogotá.

#### *Conceptos y herramientas empleadas*

Los amortiguadores cumplen un rol fundamental en la estabilidad del vehículo, sus principales funciones son:

- Contacto de los neumáticos con el suelo.
- Frenado seguro.
- Control del vehículo.
- Confort de los pasajeros.

Los amortiguadores son, junto a los resortes, un elemento básico de la suspensión de los vehículos. El sistema de suspensión, que actúa entre el chasis y las ruedas, se encarga de absorber las irregularidades del terreno por el que se transita buscando aumentar el control del vehículo y el confort de los pasajeros.

Figura 5: Función de los amortiguadores



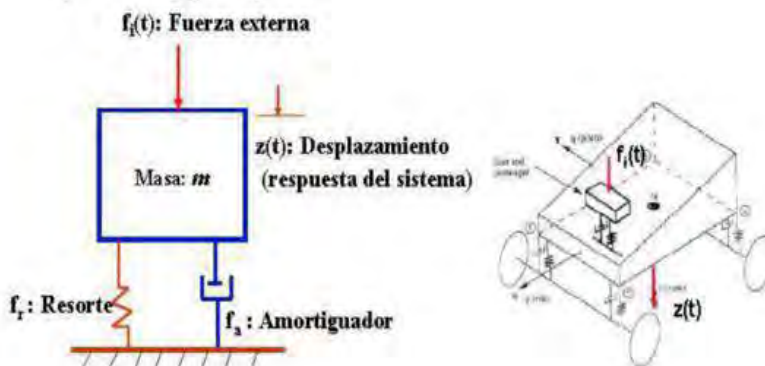
Fuente: KYB, 2009.

Como objetivo del proyecto, se planteó realizar la simulación de la calidad de respuesta de un sistema de amortiguamiento de un automóvil en una carretera con mal estado. Para resolver este problema se planteó usar como herramienta de desarrollo el software Matlab<sup>2</sup> y Simulink que es una herramienta diseñada para simulación sobre Matlab. Para efectos de este trabajo el estudiante debe aplicar conocimiento básico de física de resortes.

**Resultados obtenidos**

El sistema básico está dado por la figura 6, para dicho sistema se halló el modelo físico del mismo y posteriormente, se simuló el sistema de amortiguación con Simulink de Matlab, como se observa en la figura 7, y se generaron 3 tipos de resultados: el resultado del modelo o sistema estándar, resultados para la optimización del sistema mediante modificación en las variables que lo afectan, y resultados a un caso en particular de la superficie donde el vehículo transita.

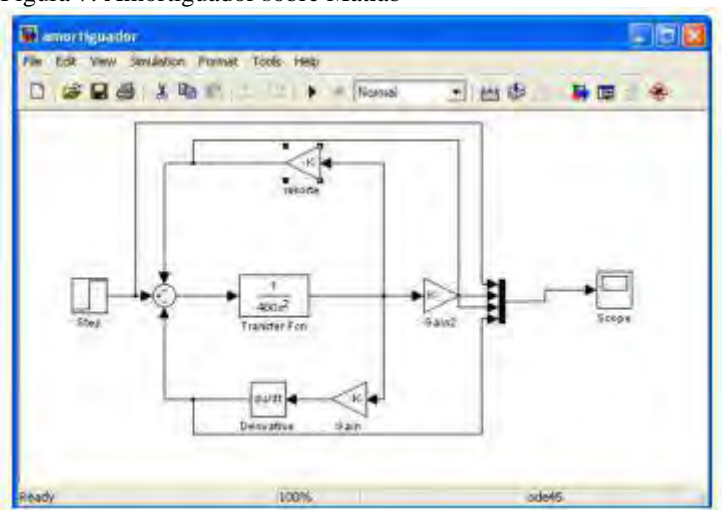
Figura 6: Sistema básico de un amortiguador



Fuente: esta investigación.

<sup>2</sup> Matlab es un lenguaje de alto nivel diseñado para cómputo técnico, intenta en un mismo ambiente muy fácil de usar cálculos, visualización y programación.

Figura 7: Amortiguador sobre Matlab



Fuente: esta investigación.

Por medio de 4 osciloscopios se mostró el resultado de las diferentes señales según lo que se quería observar, estos fueron:

- Resorte
- Desplazamiento
- Amortiguador
- Todas las señales

Para la optimización del sistema la técnica fue jugar con los valores de resorte y amortiguación hasta llegar a un punto ideal.

### Caso: Salvando el Apolo 13 - Semestre 2009-II

El 20 de julio de 1969 el hombre llegó a la luna en la misión espacial Apolo 11, de tal forma que en el 2009 se celebraron los 40 años de este hecho histórico. Sin embargo de las misiones del proyecto apolo, el Apolo 13, fue una de las misiones más extraordinarias.

#### Conceptos y herramientas empleadas

La Nave de Apolo 13 despegó en abril de 1970. A los cinco minutos de vuelo, los astronautas notaron una vibración. El motor central de la segunda etapa se apagó dos minutos antes de lo programado lo que causó que los cuatro cohetes restantes tuvieran que seguir encendidos nueve segundos más que lo planeado para poner al Apolo 13 en órbita. Se concluyó que esto no interferiría gravemente la misión.

En el trayecto a la Luna y pasadas 55 horas y 46 minutos de la misión, la tripulación terminó una transmisión de televisión en vivo que duró 49 minutos y que mostraba la comodidad con la que se podía vivir en el espacio.

A los nueve minutos de haber terminado dicha transmisión, el tanque N° 2 de oxígeno explotó causando que el tanque N° 1 fallara. Las células de combustible que proporcionaban electricidad, agua, oxígeno y luz fallaron mientras los astronautas se encontraban a 320.000 km de distancia de la Tierra (dos tercios del trayecto a la Luna). La explosión dejó al descubierto un lado del módulo de servicio y una estela de restos. El astronauta John Swigert, después de observar una luz de advertencia acompañada de un estallido, fue quien exclamó la famosa frase “Houston,

tenemos un problema”. Los astronautas tuvieron que utilizar el módulo lunar como bote salvavidas. Se decidió abortar la misión en su objetivo y traer de vuelta a los tripulantes.

La Simulación de Apolo 13 ofrece situaciones de la vida real, es un caso de experiencia de toma de decisiones y aplicación de la tecnología.

El objetivo de este proyecto consistía en simular la posibilidad de volver a traer a la tierra al Apolo 13, para facilitar el tema se invitó a los estudiantes a aplicar la solución al problema de los 3 cuerpos desarrollada por Euler<sup>3</sup>.

Se sugiere usar el lenguaje de programación Java.

### Resultados obtenidos

En la figura 8 se observa el problema de enviar una nave a la luna y devolverla a la tierra.

Figura 8: El viaje a la luna y el regreso a la tierra



Fuente: Sedna, 2009.

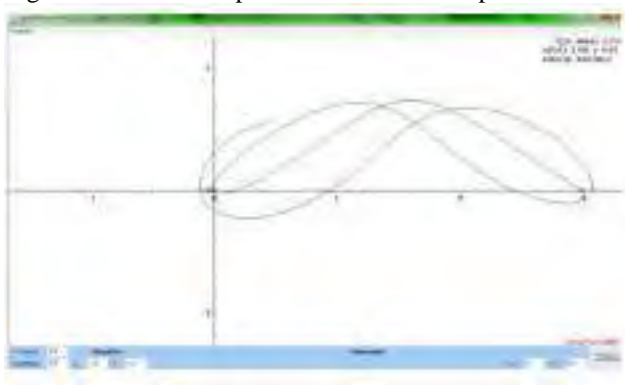
En la figura 9, se puede observar la página inicial de la aplicación, la cual permite introducir:

- El parámetro C. masas que debe ser  $\alpha=M2/M1$ , donde M1 es la masa del Sol.
- El parámetro Distancia que debe ser la distancia d entre los dos cuerpos fijos.
- Posición: La posición inicial (x0, y0).
- Velocidad: La velocidad inicial (v0x, v0y).

El resultado final de la aplicación se observa en la figura 9.

<sup>3</sup> Leonhard Euler fue un respetado matemático y físico. Nació el 15 de abril de 1707 en Basilea (Suiza) y murió el 18 de septiembre de 1783 en San Petersburgo (Rusia). Se lo considera el principal matemático del siglo XVIII y como uno de los más grandes de todos los tiempos. Introdujo gran parte de la moderna terminología y notación matemática.

Figura 9: Solución al problema de los 3 cuerpos



Fuente: esta investigación

### Caso: Entendiendo el H1N1 - Semestre 2010-I

Existe un número importante de pandemias en la historia humana, todas ellas generalmente zoonosis que han llegado con la domesticación de animales tales como la viruela, difteria, gripe y tuberculosis.

#### Conceptos y herramientas empleadas

La gripe A (H1N1), también conocida como gripe porcina (2009) está extendiéndose hoy en día; es una enfermedad infecciosa causada por un virus perteneciente a la familia Orthomyxoviridae, que es endémica en poblaciones porcinas. Estas cepas virales, conocidas como virus de la influenza porcina o SIV (por las siglas en inglés de «Swine Influenza Viruses») han sido clasificadas en Influenzavirus C o en alguno de los subtipos del género Influenzavirus A, siendo las cepas más conocidas H1N1, H3N2, H3N3. El 11 de junio la Organización Mundial de la Salud (OMS) la clasificó como de nivel de alerta seis; es decir, actualmente es una pandemia. La tasa de letalidad de la enfermedad que inicialmente fue alta, ha pasado a ser baja al iniciar los tratamientos antivirales a los que es sensible, sin embargo la futura evolución del virus es impredecible.

El objetivo de este proyecto es simular la propagación del H1N1, y determinar las diferentes etapas hasta llegar a pandemia indicando los casos posibles generados. Para este fin se usaran modelos matemáticos establecidos por la Universidad Nacional Autónoma de México. Para el desarrollo de la simulación se sugiere usar el lenguaje de programación Java.

#### Resultados obtenidos

Con el modelo sugerido se establecieron algunas tablas de análisis y generación de la información:

Modelamiento del Problema	
<b>I</b>	Infectados
<b>S</b>	Susceptibles
<b>R</b>	Recuperados
<b><math>\alpha</math></b>	Tasa de duración de la infección
<b>r</b>	Tasa de contagio
<b>N</b>	Población total

Población Total (No. habitantes)		%
América	910.717.000	13,95%
Europa	735.000.000	11,26%
África y Medio Oriente	972.752.377	14,90%
Asia	3.879.000.000	59,41%
Oceanía	32.000.000	0,49%
<b>TOTAL</b>	<b>6.529.469.377</b>	<b>100,00%</b>

Población Equivalente	Hab/Km <sup>2</sup>	Inicio de la Infección
13.948	21	To
11.257	70	T1 = To + 30 días
14.898	33	T2 = T1 + 60 días
59.408	89	T3 = T2 + 90 días
490	4	T4 = T3 + 120 días

Niveles de Alerta	VERDE		AMARILLA	
	5%	25%	26%	50%
	<i>Preventivo</i>		<i>Crítico</i>	
	5.000	25.000	26.000	50.000

Niveles de Alerta	NARANJA		ROJA	
	51%	75%	76%	100%
	<i>Epidemia</i>		<i>Pandemia</i>	
	51.000	75.000	76.000	100.000

En la figura 10 se puede observar la pantalla inicial del proyecto.

Figura 10: Pantalla Inicial H1N1



Fuente: esta investigación.

Posteriormente en la figura 11 se pueden observar más específicamente los datos referentes a la simulación:

Por último en la figura 12 se observa la simulación en proceso, generando las alertas apropiadas.

Figura 11: Datos de la simulación



Fuente: esta investigación

Figura 12: Simulación generando alertas



Fuente: esta investigación

### Caso: Rescatando a los mineros de Chile - Semestre 2010-II

El derrumbe de la mina San José se produjo el jueves 5 de agosto de 2010, dejando atrapados a 33 mineros a unos 720 metros de profundidad durante 70 días. El yacimiento, ubicado a 30 km al noroeste de la ciudad chilena de Copiapó, era explotado por la compañía San Esteban Primera S.A.

Las labores de rescate comenzaron el mismo día por la noche, planificando, asegurando el área, realizando reconocimiento de la mina e ingresando en búsqueda de lugares de acceso, y acumulando recursos humanos y logísticos. En la madrugada del viernes, grupos de rescatistas empezaron a trabajar para lograr acceso por una chimenea de ventilación. Un nuevo derrumbe se



produjo en la tarde del sábado 7 de agosto, necesitando entonces maquinaria pesada para continuar con las tareas.

El domingo 22 de agosto, 17 días después, los mineros fueron encontrados con vida, y tras 33 días de perforaciones interrumpidos sólo por problemas en la maquinaria, uno de los 3 planes, el B, con la máquina Schramm T130 consiguió «romper fondo» a 623 metros de profundidad. Inmediatamente se comenzó a idear un «plan de encamisado» (entubamiento del ducto) y se decidió encamisar parcialmente la perforación. A las 3:00 del día 11 de octubre de 2010, se anunció que los trabajos de encamisado habían alcanzado 56 m, y se decidió terminar a esa profundidad el trabajo. A las 12:00 del mismo día, el ministro de Minería, Laurence Golborne, anunció que el rescate comenzaría a las 00:00 h del miércoles 13 del mismo mes, con una duración aproximada de 48 h. Finalmente, desde las 00:10, se logró traer a la superficie al primer minero, y luego a los siguientes, a un ritmo de cerca de uno por hora.

### ***Conceptos y herramientas empleadas***

En la programación de ambientes virtuales existen diferentes herramientas, que permiten la recreación de mundos virtuales en tres dimensiones, creando control de movimiento, proximidad, visibilidad y tiempo, así como su manipulación o animación en el espacio virtual. El rescate simulado de la última etapa del proceso para salvar a los mineros de Chile fue implementado bajo la herramienta java3D y objetos creados en VRML donde se implementó diferentes variables para la recreación del mundo virtual, lo anterior en busca de mostrar y evidenciar el proceso de rescate de cada uno de los mineros de Chile.

Con el fin de visualizar el proceso del rescate de los trabajadores atrapados, los tiempos de la capsula fénix tardaran hasta 20 minutos en bajar el túnel. La etapa de preparación antes de que cada minero aborde la jaula durara otros 20 minutos y su ascenso 15 minutos.

### ***Resultados obtenidos***

Durante el desarrollo fue necesario cambiar la estructura de cada uno de los objetos para evitar la sobrecarga del computador, ya que este impide que la simulación represente más acertadamente la realidad.

Otro factor importante fue el manejo de la escala para poder visualizar todo el proceso del rescate, ya que la profundidad del túnel era de 700m y la capsula Fénix tan solo de 3.95m y la representación a escala de estas medidas nos arrojaría una visualización demasiado grande del túnel y el terreno, con respecto a la capsula y los mineros que para este caso se verían prácticamente como unos puntos.

Figura 13: Inicio de aplicación



Figura 14: Descenso de la cápsula



Figura 15: Rescate del minero 30



Figura 16: Rescate del último minero



## Otros casos resueltos

Dentro de los casos adicionales resueltos se pueden enumerar:

- Control del rover Spirit de la Nasa enviado a Marte y cuyo fin de su misión fue declarado el 25 de mayo del 2011, tras fallar todos los intentos de volverse a poner en contacto con él.
- Simulación de las implicaciones de acceso a Internet vía WIFI desde los buses de Transmilenio, medio de transporte masivo de Bogotá.
- Simulación del comportamiento del reactor nuclear de Fukushima luego del terremoto del 11 de marzo del 2011.

## Conclusiones

- La Gestión del Conocimiento es un factor clave de éxito para las organizaciones del Siglo XXI.
- Mejorar el modo de aprendizaje del tema en cuestión mediante el uso de la simulación, permite al estudiante aprender a través de la experiencia.
- La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una innovación en la Educación Superior, que se utiliza para la enseñanza de diversas áreas de conocimiento y, con frecuencia, para el trabajo de competencias profesionales determinantes en el perfil de estudiante universitario.

## REFERENCIAS

- Báez López, D. (2009). *Matlab con aplicaciones a la ingeniería, física y finanzas*. México D. F., México: Alfaomega.
- Escribano, A. (2008). *El Aprendizaje Basado en Problemas, una propuesta metodológica en educación superior*. Narcea Ediciones.
- García, J. (2003). *Teoría y ejercicios prácticos de dinámica de sistemas*.
- Guasch, A., Piera, M. y Casanovas, J. (2005). *Modelado y Simulación*. México D. F., México: Alfaomega.
- KYB. (2009). Calidad y Seguridad en Amortiguadores. Obtenido de <http://www.kyb.com.pa/sp/centro-tecnico/funcion-de-los-amortiguadores/>
- Pérez Montoro, M. (2008). *Gestión del conocimiento en las organizaciones*. Asturias, España: Ediciones Trea, S. L.
- Ríos Insúa, D., Ríos Insúa, S., Martín Jiménez, J. y Jiménez Martín, A. (2009). *Simulación Métodos y Aplicación*. México D. F., México: Alfaomega Ra-Ma.
- Sedna. (2009). *Planeta Sedna*. Obtenido de: [http://www.portalplanetasedna.com.ar/mision\\_apolo.htm](http://www.portalplanetasedna.com.ar/mision_apolo.htm)

# Recordar el pasado... insumo para reflexionar sobre cómo enseñar ciencias naturales

Ma. Mercedes Jiménez Narváez, Universidad de Antioquia, Colombia

**Resumen:** En la línea sobre formación de docentes de ciencias uno de los aspectos que genera inquietud, es la pregunta de cómo aprenden a enseñar los profesores. Desde el estudio de Lortie (1975), hasta la década actual, se reitera que una de las influencias en el aprender a enseñar está dada por las experiencias que los estudiantes –futuros maestros– vivieron en su época escolar. Entonces, en el marco de un curso de formación inicial de profesores, se implementa al inicio del mismo, una actividad llamada ¿cómo me enseñaron y cómo aprendí ciencias naturales?, a través de la cual los estudiantes realizan escritos, que posteriormente son socializados y analizados en el grupo. Este ejercicio ha sido adoptado en cada semestre del curso de Didáctica de las Ciencias II (2013 – 2014), y sus resultados están siendo sistematizados actualmente por la profesora que lo orienta. Las categorías que emergen reiteradamente están relacionadas con el currículo (propósitos, contenidos y grados escolares); metodologías de enseñanza (estrategias y actividades que vivieron); formas de evaluación; sus motivaciones o frustraciones como estudiantes; y las relaciones con los profesores que de una u otra forma sienten que marcaron su propia experiencia. El reto... movilizar su actuar para proyectar su futuro como profesionales autónomos, críticos que regulan su propio aprender a enseñar.

**Palabras clave:** ciencias naturales, saberes del profesor, aprender a enseñar

**Abstract:** On the research area of Sciences Teacher Training one main aspect of reflection is the question of how teachers learn to teach. From the study of Lortie (1975) until the current decade, it is reiterated that one of the main influences on learning to teach the own experience that students -future teachers- lived during its school days. Then, as part of a course of initial teacher training, it was implemented an activity called how I was taught and how I learned natural sciences? The written answers are socialized and analyzed with the group. This exercise has been adopted in each semester course Teaching of Science II (2013 - 2014), and results are currently being systematized by the author. The emerged categories are repeatedly related to: the curriculum (aims, contents and grades); the teaching methodologies (strategies and activities that they lived); the evaluation forms; their motivations and frustrations as students; and relationships with teachers in one way or another feel they marked their own experience. The challenge ... mobilize students' acting to plan their future as independent professionals, critics who regulate their own learning to teach.

**Keywords:** Natural Science, Teacher Knowledge, Learning to Teach

## El contexto de la experiencia

El inicio de cada semestre académico representa una posibilidad para conocer a un grupo de estudiantes, que están en los últimos semestres del pregrado y que próximamente serán maestros/as de ciencias naturales y educación ambiental en la educación básica (1° a 9° grados del sistema educativo colombiano).

Una de las primeras tareas que se les propone al inicio del curso es dar respuesta por escrito al siguiente interrogante: ¿cómo me enseñaron y como aprendí ciencias naturales? Se los invita a que evoquen su época escolar, el recorrido que han hecho por los diferentes niveles escolares, incluyendo la universidad. Con la información que surge en este ejercicio, se orienta en gran medida el desarrollo de las diferentes actividades del semestre; es una alternativa para trabajar sobre la didáctica de las ciencias y ahondar en la reflexión sobre el ser maestro/a de esta área de conocimiento.

Los/as estudiantes del Programa de formación inicial que se está referenciando, son jóvenes y algunos más adultos, provenientes de la ciudad de Medellín y otros municipios de Antioquia, Córdoba y Chocó. Al escuchar sus historias de vida, la mayoría hicieron sus estudios de la básica

primaria y secundaria en contextos urbanos; algunos lo hicieron en ambientes rurales o semirurales, donde se privilegia el sistema educativo conocido como Escuela Nueva<sup>1</sup>.

El curso de Didáctica de las Ciencias II, está ubicado en el séptimo semestre del plan de formación y le preceden cursos de Historia y Epistemología de las Ciencias y el de Didáctica de las Ciencias I. Los/as estudiantes han pasado también por la mayoría de los cursos del saber específico en biología, química, física y matemáticas, y están acercándose al componente de educación ambiental; paralelo a toda su formación tienen diversos cursos del componente pedagógico. Esta configuración del plan de estudios, permite que precisamente en el curso de referencia se puedan retomar elementos de cada uno de los campos: pedagógico, disciplinar y didáctico, para ponerlos en diálogo con los saberes docentes y la práctica pedagógica.

Aunque en el curso se implementan diferentes estrategias como las exposiciones, el portafolio, el diseño de una unidad didáctica, entre otros, se privilegia en esta comunicación la descripción y análisis del trabajo que se realiza a través de la pregunta inicial del curso, por servir de motivo para dialogar sobre la didáctica de las ciencias, pero además para reflexionar sobre el pasado, el presente y el futuro que les depara como maestros de esta área.

Se incluyen en este artículo los resultados de la sistematización que ha realizado la profesora, de los escritos y diálogos de clase con estudiantes de los años 2013 (semestre 01 y 02) y 2014 (01 y 02); en promedio 15 estudiantes por grupo. En dos semestres, algunos de los escritos fueron analizados por la profesora y su información se organizó utilizando la estrategia de Redes Sistémicas (Bliss y Ogborn, 1983, citados por Jorba y Sanmartí, 1994), para luego compartirlos con los estudiantes. En los otros dos semestres, los textos fueron leídos en voz alta en la clase y la profesora organizaba en el tablero las expresiones y palabras de los estudiantes en ciertos grupos de información, y a los cuales se les buscaba entre todos los participantes, el nombre de la categoría que los agrupaba.

En las líneas que siguen se dan algunos elementos conceptuales que fundamentan esta forma de trabajo y luego, la descripción de los resultados obtenidos hasta el momento. En la parte final, se proponen algunos elementos para la reflexión sobre la formación de maestros/as de esta área, responsables de la formación científica y ambiental de las generaciones de niños/as y jóvenes del país.

## El marco de referencia

La formación de maestros/as es una línea de investigación que en las últimas tres décadas se ha consolidado como tal, no solo por el número importante de publicaciones y eventos dedicados a este tema, sino por la constitución de una comunidad académica que investiga y reflexiona sobre los profesores, su conocimiento profesional, los procesos de formación inicial y continua, sus prácticas y discursos, la profesión docente, entre otros.

La pregunta por los saberes y conocimientos que requiere un profesor/a para enseñar, sus características, sus fuentes de origen son algunos de los objetos de estudio que se han abordado desde perspectivas cognitivas, sociocognitivas y socioculturales, otorgándole al profesor, su pensamiento y acción, sus discursos y prácticas unas características particulares, que han dado origen tanto a procesos de formación como de investigación educativa y pedagógica (Shulman, 1986; Fenstermacher, 1994; Angulo y García, 1999; Tardif, 2004; Perafán, 2004).

Para esta propuesta de sistematización de una práctica pedagógica de un curso, se toma como referencia las ideas de Tardif (2004) al pensar en los profesores y sus saberes profesionales. Se parte de la premisa que estos saberes son plurales, compuestos y heterogéneos; además, se concibe la profesión docente como una profesión compleja, diversa, cuyos productos no son tangibles ni inmediatos, y que trabajamos con sujetos (estudiantes, profesores) y no con objetos.

---

<sup>1</sup> Para mayor información se puede consultar: [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340089\\_archivopdf\\_orientaciones\\_pedagogicas\\_tomoI.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340089_archivopdf_orientaciones_pedagogicas_tomoI.pdf)

Así mismo, se concibe que la profesión docente, a diferencia de otras profesiones, tiene unas relaciones particulares entre tiempo, trabajo y aprendizaje. Por ello, el *aprender a enseñar* no solo es una misión de los programas de formación inicial o del pregrado, sino que es un proceso constante en la carrera del profesor, entendida esta última como una “secuencia de fases de integración en un trabajo y de socialización en la subcultura que la caracteriza”, y por tanto es, “fruto de las transacciones continuas entre las interacciones de los individuos y las ocupaciones; esas transacciones son recurrentes, o sea, modifican la trayectoria de las personas así como las ocupaciones que ellas asumen” (Tardif, 2004, p. 60). En esta medida, se aprende a enseñar en la práctica constante y cotidiana, en la interacción con los otros (estudiantes, colegas, administrativos), y también está ligada a las vivencias en y con las instituciones donde se trabaja, los contextos de actuación y de socialización profesional.

Estos saberes se construyen en las trayectorias individuales y colectivas de los profesores; sin embargo, cuando los profesores inician su práctica docente en entornos reales, esos saberes se manifiestan y en ocasiones, al investigarlos y/o evaluarlos se asume que fueron construidos solo desde la formación inicial. Sin embargo, los saberes docentes son diversos y provienen de diferentes fuentes: lo personal, la formación escolar básica, la formación profesional, los libros y programas didácticos, la experiencia en el aula y la institución; de ahí su dificultad para intentar clasificarlos o estudiarlos por separado.

A pesar de la pluralidad de fuentes donde se originan estos saberes del profesor, se han identificado unas comunes referidas especialmente a las vivencias personales y las provenientes de la formación escolar anterior. La familia, que en algunos casos también está conformada por lo menos por un profesor (abuelos, padre, madre, tíos, etc.); el ambiente donde vivió su época escolar, la escuela primaria, la secundaria e incluso la universitaria son una fuente privilegiada de imágenes, experiencias y creencias que van aportando en la constitución de ideas sobre la enseñanza, el aprendizaje, la profesión y su propia identidad como futuros profesores.

La historia vital del profesor aporta en la constitución de las competencias y el desempeño de los futuros maestros/as, pues como sugiere Tardif, estas vivencias se acumulan, a manera de una sedimentación temporal y progresiva, de las creencias y representaciones, hábitos prácticos y rutinas de acción. Hablar de esta sedimentación no en sentido de “superposición de estratos de saberes”, sino más bien como aquella que ejerce un efecto “acumulativo y selectivo de las experiencias anteriores en relación con las experiencias subsiguientes” (p. 52).

Durante este tiempo de socialización y formación escolar, el sujeto no solo está cumpliendo su papel de estudiante construyendo para sí su potencial cognitivo, sino que a la vez está generando “marcadores afectivos” ligados a los espacios y tiempos en los cuales fueron vividos, momentos-acciones-palabras que van archivándose en su memoria para luego traerlos cuando sea necesario. En un ejercicio básico de preguntar a alguien por la vida en la escuela, generalmente recuerda fragmentos ligados a las personas (profesores, compañeros), actividades que le demandaron un esfuerzo adicional, una sorpresa, un castigo; surgen emociones ambivalentes y en ocasiones la expresión de no recordar nada.

La estructura temporal de la vida de una persona no permite que se pueda volver a empezar y regresar a un punto de partida. No podemos regresar a nuestra etapa escolar para cambiar lo vivido, pero podemos utilizarlo para darle un nuevo sentido a lo que ha pasado. Por tanto se puede decir que la temporalidad es la que “estructuró la memorización de experiencias educativas claves para la construcción del yo profesional y constituye el medio privilegiado de llegar a ello” (Tardif, 2004, p. 51).

En la universidad estamos aportando en la construcción de la historia de vida de nuestros estudiantes, entonces, ¿qué experiencias son las que están evocando nuestros maestros en formación de su época escolar, de su formación profesional y cómo éstas pueden aportar en la constitución de su identidad? Un inicio para seguir reflexionando.

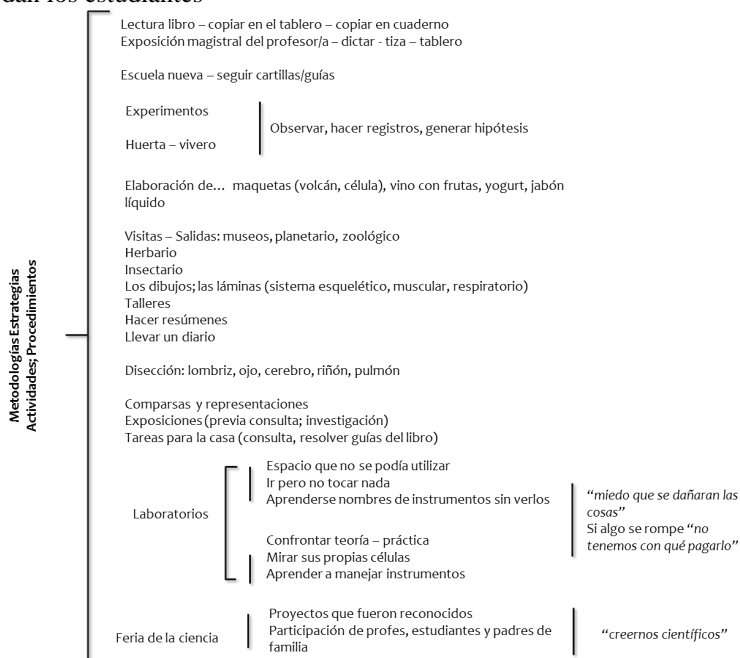
**Algunos resultados: Sobre la enseñanza... ¿Qué recuerdos sobresalen?, ¿Cuáles son las recurrencias y las ausencias?**

La diferencia generacional entre la profesora y estos grupos de estudiantes es de aproximadamente 15 años, por ello un supuesto de partida que tenía era que encontraría grandes diferencias entre la forma como me enseñaron y como aprendí ciencias en mi propia época (década del 80 y 90) y la que el estudiantado ha vivido. Pero la sorpresa ha sido encontrar recurrencias entre las dos generaciones, en contenidos y metodologías de enseñanza y evaluación, así como las similitudes en la referencia de características personales de los profesores y profesoras que los marcaron de una u otra manera.

Las narraciones de los/as estudiantes generalmente hacen referencia a los contenidos que trabajaron en clase, los protagonistas: la célula, la fotosíntesis, los gases, los “reinos” de la naturaleza, los sistemas del cuerpo (digestivo, respiratorio, reproductor, etc.), ser vivo, ecosistema, animales, los cruces de genética, las plantas, el reciclaje. En las listas sobresalen los conceptos relacionados con la biología y la ecología, en menor medida con la química (tabla periódica, gases) y la física (péndulo, mecánica, robots). Se podría decir que en general son recurrentes los contenidos conceptuales sobre los procedimentales y actitudinales, aunque al relatar las actividades que hacían en el aula o fuera de ella, se haga referencia a varios de ellos: la observación simple y con instrumentos como el microscopio; la manipulación de instrumentos de medición; los análisis y síntesis, la comunicación de resultados y proyectos a través de exposiciones y ferias de la ciencia. En relación a lo actitudinal, evocan los sentimientos de cuidado, las acciones de conservación y preservación frente a plantas y animales, sentimientos que les inculcaron sus familias y algunos de sus profesores/as.

En cuanto a las estrategias y metodologías de enseñanza, la información que brindan los estudiantes es variada y generalmente la lista que se construye es extensa, y en la red sistémica se pueden observar algunas de las recurrentes:

Figura 1: Red sistémica sobre metodología, estrategias, actividades y procedimientos que recuerdan los estudiantes



Fuente: Elaboración propia.



Así mismo, las expresiones coinciden en el recuerdo de rasgos de metodologías tradicionales de enseñanza, que pueden seguir alguna de las siguientes secuencias:

- El profesor explica en el tablero - el estudiante escucha y copia
- Leer fragmentos de un libro - luego pasar los mismos textos al cuaderno
- El profesor dibuja en el tablero - el estudiante lo copia en el cuaderno
- Llenar las guías de Escuela Nueva, el profesor revisa si las respuestas están acertadas.

Frente al uso del laboratorio y las prácticas experimentales las expresiones son variadas, pero una recurrencia es que esta actividad no fue tan presente en las clases de ciencias. Se podría decir que son pocos los estudiantes que en su vida escolar tuvieron acceso a prácticas de laboratorio, algunos señalan que es en la universidad donde finalmente aprenden a manejar un microscopio o hacer un montaje de química o física. Varios mencionan el recuerdo de los profesores que consideraban que en el laboratorio había materiales e instrumentos delicados y costosos que no podían arriesgar su daño o pérdida, entonces la opción era no usarlos. Algunos recuerdan que dibujaron instrumentos de química como el Beaker, el Erlenmeyer, la Probeta, pero no los vieron de forma directa, pues simplemente los copiaban de un libro. El laboratorio era un espacio donde el profesor o la profesora los organizaba en grupos para realizar alguna experiencia, donde seguían ciertas guías y se esperaban unos resultados similares a los que el profesor había obtenido; de esto dependía su calificación.

En cuanto a las salidas de campo o extra escolares, los estudiantes mencionan que realizaron visitas a museos de la ciudad o de otros colegios, también al planetario, el jardín botánico, al zoológico; el propósito era ver “otras cosas”, hacer relaciones entre teoría y práctica. Fueron experiencias que disfrutaron, especialmente por su similitud a la vivencia de un paseo, donde por fin eran libres, sin la presión del profesor, aunque después tuvieran que hacer algún informe de lo que vieron y escucharon.

El recuerdo de las maquetas, modelos y montajes especialmente para la feria de la ciencia escolar, son también recurrentes. Sobresale el diseño de la célula en diversos materiales: plastilina, gelatina, arcilla, cartón, icopor, vegetales, etc. Los modelos privilegiados para representar la célula eran los de una célula plana (y no tridimensional); además, recordaban el uso aleatorio de una variedad de colores para representar las organelas (núcleo, ribosomas, aparato de Golgi, etc.), buscando una presentación estética más que comprensión del concepto.

Llama la atención que en los recuerdos del estudiantado emerja como un contenido y actividad recurrente el reciclaje, la separación de residuos y el uso de los residuos orgánicos para elaborar compostaje. Y es llamativa, pues si bien la evocan desde la sensibilidad que fomentó esto frente a su entorno, también recuerdan la competencia que se generó por el grupo que lograra recoger mayor cantidad de cartón, plástico o vidrio, llevando al extremo de hacer que las familias compraran estos materiales para que ellos ganaran la competencia.

Frente a la evaluación, hay coincidencia en el recuerdo de exámenes donde se privilegiaba la memoria. La evaluación como castigo o premio, por ejemplo, al hacer la competencia del estudiante que resolvía más rápido algún ejercicio, y de esta manera conseguir el resultado que esperaba el profesor/a. Los recuerdos de la universidad no distan mucho de los anteriores, los estudiantes mencionan los quiz y los parciales como actividades privilegiadas en los diferentes cursos para valorar cuantitativamente su trabajo.

En cuanto a las relaciones interpersonales con profesores/as, es llamativo que en algunos escritos y expresiones de los estudiantes los recuerdos de sus maestros/as de primaria, secundaria y universidad. Recuerdan a aquellos profesores y profesoras que en algún momento de su vida hicieron la diferencia. Varios recuerdan sus nombres y apellidos y en parte les atribuyen su influencia para que tomaran la decisión de escoger la docencia y específicamente el área de ciencias naturales. Las referencias al conocimiento que tenían de la biología, la química, la física, las metodologías que utilizaron, su capacidad para involucrarlos en actividades escolares y ambientales, su entusiasmo por el estudio y mantenerse actualizados, la posibilidad de diálogo que les

brindaban en la clase, son algunas de las cualidades que rescatan como valiosas y se convierten en huellas en sus mentes de la época escolar.

También hay frases de reclamo para aquellos profesores/as que fueron groseros, malhumorados, desordenados, intolerantes, aquellos que utilizaban el premio y el castigo para favorecer solo a algunos y mantener en la oscuridad a otros por haberlos estigmatizado por su color de piel, su larga cabellera, por no quedarse callados o por preguntar de más y competir con la sabiduría del llamado profesor/a.

***Sobre el aprendizaje, ¿Qué características sobresalen?, ¿Cómo creen que aprenden y cómo quisieran aprender?***

Al preguntarles a los estudiantes ¿Cómo aprendieron ciencias naturales?, las respuestas generalmente se despliegan en menor medida que al evocar aspectos de la enseñanza. Los estudiantes recuerdan como el profesor o la profesora les enseñaban, sin embargo, les da un poco de dificultad tomar conciencia de cómo ellos aprendieron, qué hicieron para lograr recordar información, qué estrategias de estudio y aprendizaje utilizaban.

Se podría decir que la memorización como estrategia para aprender es la que aparece con más frecuencia en los textos y expresiones de los estudiantes. Se memorizaron datos, fórmulas, nombres de los huesos, los símbolos químicos, las definiciones del libro o que el profesor/a había dictado para registrar en sus cuadernos. La memoria, repetición y la reproducción de información son términos expresados casi por unanimidad.

Al indagar un poco más, surgen otras formas de aprendizaje, al recurrir a otras personas cercanas (familiares, amigos, otro profesor/a), buscando estrategias autodidactas que implicaban la búsqueda de información en fuentes generalmente bibliográficas, enciclopedias y libros, en medios de comunicación como la televisión y la internet.

Son llamativas las expresiones que dan cuenta de que el aprendizaje se realizó por la motivación intrínseca que tenían por conocer de manera más profunda un tema, por comprender el funcionamiento de su cuerpo o de la naturaleza. Además, también emergen recuerdos de cómo otras personas aportaron a su motivación extrínseca, ayudándolos a cuestionarse, imaginar y hacer actividades como el cuidado y la cría de animales, la huerta casera, la siembra de árboles, entre otras.

Figura 2: Red sistémica sobre el aprendizaje de los estudiantes



Fuente: Elaboración propia.

***¿Qué aporta este ejercicio para pensar en la formación de maestros/as de ciencias naturales y educación ambiental?***

Cuando el tablero queda lleno de estas expresiones de los estudiantes y sus vivencias surge generalmente un sentimiento de sorpresa al ver que son más las similitudes que las diferencias en los recuerdos de los compañeros/as.

Se generan también algunas expresiones de desconuelo al identificar que las formas de aprendizaje que han utilizado hasta el momento se remiten al uso de la memoria y la reproducción de información; se cuestionan sobre su metacognición o más bien la falta de estrategias metacognitivas pues parecería que aprendieron sin tener mucha conciencia de cómo lo hicieron.

Expresan su interés de cambiar la inercia que los ha caracterizado frente al conocimiento, su aprendizaje, la enseñanza. No obstante, es claro que cambiar realmente su discurso y su actuar requerirá de mucho más que solo el deseo.

Ejercicios de este tipo ayudan a identificar elementos que caracterizan las historias de vida de los estudiantes –futuros maestros– del área de ciencias naturales, y con éstos, también se aporta información interesante sobre el sistema educativo en general de nuestro contexto, mostrando las dificultades a las cuales tenemos que seguir apostándole para cambiar: concepciones de ciencia y enseñanza de la ciencia desde perspectivas tradicionales; rutinas centradas en el método científico y trasladadas a la escuela como única vía para acercar a niños/as y jóvenes hacia la ciencia, entre otros asuntos a tener en cuenta.

Estos recuerdos además sirven de insumo para pensar y reflexionar sobre el plan de formación que están viviendo en la universidad. Los resultados dan luces sobre algunas formas de trabajo, metodologías que están siguiendo los profesores-formadores, especialmente de los cursos del saber específico (biología, química, física), llevando tal vez a la construcción de estructuras de las disciplinas (sintácticas y sustantivas) de forma rígida y sin claridad en la manera cómo se construye el conocimiento científico; en cierta forma, estas ideas son una fuerte influencia para que los estudiantes, en sus prácticas pedagógicas las lleven luego al aula de clase con la misma rigidez.

La formación de maestros/as de ciencias implica una gran responsabilidad para las universidades, son estos maestros/as los encargados de promover y alcanzar los nuevos retos de la educación científica, la formación de estudiantes con vocaciones científicas pero sobretodo, la formación de ciudadanos y ciudadanas con capacidades para decidir y actuar con compromiso y responsabilidad con los otros, lo otro y consigo mismos.

El reto personal, como profesora universitaria va en la misma línea... utilizar estas formas de enseñanza y aprendizaje que han marcado su historia de vida, para desde ahí preguntarnos... ¿qué profesor o profesora de ciencias naturales y educación ambiental queremos ser?, ¿qué de lo vivido nos sirve para mejorar nuestro trabajo cotidiano?, ¿qué queremos cambiar y cómo lo vamos a hacer? Para finalizar una frase del profesor Tardif al referirse a la importancia de esta relación entre lo personal y lo profesional, “la personalidad del docente impregna la práctica pedagógica: no existe una manera objetiva o general de enseñar; todo educador transpone a su práctica lo que él es como persona” (p. 106). Por ello, ¿cómo aportar para que estos maestros en formación reflexionen sobre su pasado escolar, para construir su futuro como profesores autónomos y conscientes de su propia manera de aprender y de enseñar?

**Agradecimientos**

Este escrito no hubiese sido posible sin las voces y experiencias de todos los/as estudiantes que me han acompañado en estos semestres; sus expresiones, vivencias y sobretodo su generosidad al compartir fragmentos de su vida, son un insumo personal para poder seguir avanzando en las reflexiones del curso y la formación de otros maestros/as del área de ciencias naturales y educación ambiental.

## REFERENCIAS

- Angulo, F. y García, M. P. (1999). Aprender a enseñar ciencias: una propuesta basada en la autorregulación. *Revista Educación y Pedagogía*, 11(25), 69-86.
- Fenstermacher, G. (1994). The Knower and the Known: The Nature of Knowledge in Research on Teaching. *Review of Research in Education*, 20, 3-56. Recuperado de la base de datos Jstor.
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1994). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Barcelona, España: Ministerio de Educación y Cultura.
- Lortie, D. (1975). *Schoolteacher: A Sociological Study*. Londres, Reino Unido: University of Chicago Press.
- Marcelo, C. (Coord.). (2008). *El profesorado principiante. Inserción a la docencia*. Barcelona, España: Ediciones Octaedro.
- Perafán, G. (2004). *La epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Shulman, L. (1986). Paradigmas y problemas de investigación en el estudio de la enseñanza: Una perspectiva contemporánea. En: Wittrock, M. (Ed.) *La investigación de la enseñanza I. Enfoques, teorías y métodos*. (pp. 9-91). Barcelona, España: Paidós.
- Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Madrid, España: Narcea.

# Percepção da ciência entre professores do ensino médio: comparação do consumo de informação científica entre docentes, estudantes e população de São Paulo

Márcia Azevedo Coelho, Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Ana Paula Morales, Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Carlos Vogt, Universidade Estadual de Campinas, Brasil

**Resumo:** As pesquisas de percepção pública da ciência (PPC) têm se consolidado na Ibero-América nos últimos anos, fortalecendo a linha de pesquisa e desenvolvendo um padrão metodológico regional (VOGT & POLINO, 2003). Estudos nesse sentido têm sido realizados em diversos países, com diferentes públicos. Entre 2013 e 2016, foi realizada a pesquisa de Percepção de Professores de Ensino Médio do Estado de São Paulo sobre Temas Relacionados a Ciência e Tecnologia (C&T) que, por meio do Indicador de Consumo de Informação científica (Icic), permitiu relacionar as práticas informacionais de docentes sobre temas de C&T com questões relativas a atitudes, interesse, valoração e apropriação de temas científicos, bem como com a prática pedagógica em sala de aula. Este artigo objetiva promover a reflexão acerca do consumo de informação científica do professor em relação a outros atores importantes no processo de circulação do conhecimento, como jovens estudantes e cidadãos em geral, a fim de averiguar se a formação docente influencia no nível de consumo de informação sobre C&T e se diferencia esse profissional de outros atores sociais, no que concerne à percepção de assuntos relacionados a C&T e sua influência na e para a sociedade.

**Palavras chave:** percepção pública da C&T, consumo de informação científica, práticas pedagógicas, cultura científica

**Abstract:** Research on Public Understanding of Science (PUS) has been established in Ibero America in recent years, strengthening the research area and developing a regional methodological standard (VOGT & POLINO, 2003). Between 2013 and 2016, we conducted the study Perception of School Teachers of the State of São Paulo on issues related to science and technology (S&T), that through the Scientific Information Consumption Indicator (Icic), allowed to relate teachers' practices on S&T information with issues related to attitudes, interest, valuation and appropriation of scientific themes, as well as the pedagogical practice in the classroom. This article aims to promote reflection on teachers' scientific information consumption in relation to other key players in the process of circulation of knowledge, such as young students and citizens in general, in order to ascertain whether a teacher training influences the level of information consumption on S&T and differentiates this professional from other social actors, concerning the perception of matters related to S&T and its influence on and for society.

**Keywords:** Public Understanding of Science, Scientific Information Consumption, Pedagogical Practices, Scientific Culture

## Introdução

Este artigo apresenta alguns resultados da pesquisa Percepção dos Professores de Ensino Médio do Estado de São Paulo sobre Temas Relacionados a Ciência e Tecnologia (PPEMCT), realizada entre 2013 e 2016, em comparação a resultados obtidos em pesquisas anteriores sobre o mesmo tema realizadas com a população geral (FAPESP, 2011) e com jovens estudantes (OEI, 2011; Gouw, 2013), também no estado de São Paulo, Brasil.

A análise objetiva avaliar, prioritariamente, a correlação entre o nível de cultura científica do professor e sua posição frente a temas relacionados a C&T, avaliando se o conhecimento adquirido pelos docentes em sua formação e exercício profissional os tornam cidadãos com percepção diferenciada da população em geral acerca desses mesmos autores.

## Metodologia

A pesquisa PPMCT foi desenvolvida por meio de aplicação de survey, de autopreenchimento anônimo, criado no Google Docs, com link enviado para o correio eletrônico (e-mail) de professores do ensino médio das redes pública e privada da cidade e estado de São Paulo.

A amostra analisada neste trabalho é composta por parte do universo da pesquisa, a saber: professores de ensino médio vinculados à Secretaria de Educação do Estado de São Paulo (SEESP), atuantes na rede regular e na Fundação Casa (SEESP-FC), ao Sindicato dos Professores de São Paulo (SINPRO-SP) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), somando 9203 respondentes.

O questionário aplicado aos professores do ensino médio foi estruturado a partir de perguntas de quatro tipos: (i) elaboradas especificamente para a pesquisa; (ii) reutilizadas de indicadores nacionais e internacionais com amplo reconhecimento em pesquisas de percepção pública da ciência (COLCIENCIAS, 2005; SECYT, 2007; MCTI, 2006; FECYT, 2004-2006; RICYT, OEI, FECYT, 2007; CETIC, 2011); (iii) adaptadas dos questionários dos indicadores supracitados; e (iv) reutilizadas do questionário elaborado por Rocha (2013).

As questões foram distribuídas em quatro eixos e seis indicadores, apresentados a seguir:

1. Interesse e informação em C&T
  - 1.1 Interesse dos jovens na carreira científica
  - 1.2 Hábitos informativos e culturais sobre ciência e tecnologia (C&T)
2. Valorações e atitudes sobre C&T
  - 2.1 Imagem da ciência e da tecnologia (C&T)
  - 2.2 Imagem sobre os cientistas e sua profissão
3. Apropriação individual e social de C&T
  - 3.1 Prática docente e sua relação com ciência, tecnologia e interdisciplinaridade
4. Cidadania e políticas de C&T
  - 4.1 Conhecimento do sistema institucional da C&T

Para este artigo, foram selecionadas, de questionários aplicados no estado de São Paulo: três questões respondidas por professores do ensino médio (Coelho, 2014); três questões da pesquisa realizada com a população em geral (FAPESP, 2011) e uma questão de duas pesquisas realizadas com jovens estudantes de ensino médio (OEI, 2011; Gouw, 2013).

Tal seleção permitiu que fossem estabelecidas comparações entre as respostas da população em geral, dos jovens estudantes e dos professores, com a finalidade primordial de avaliar se há diferenças significativas entre a percepção e a compreensão da importância do desenvolvimento científico e tecnológico entre esses diferentes atores do processo de circulação do conhecimento.

Os resultados apresentados são relativos às perguntas que compõem os eixos: "Interesse e informação em C&T" e "Valorações e atitudes sobre C&T" e os indicadores: "Hábitos informativos e culturais sobre ciência e tecnologia (C&T)" e "Imagem da ciência e da tecnologia (C&T)", respectivamente.

O objetivo das questões pertencentes ao indicador: "Hábitos informativos e culturais sobre ciência e tecnologia (C&T)" é, prioritariamente, aferir o interesse autodeclarado dos entrevistados sobre temas relacionados em a C&T e relacioná-lo ao "Indicador de Consumo de Informação Científica" (Icic).

### ***Indicador de Consumo de Informação Científica***

O Indicador de Consumo de Informação Científica (Icic) foi proposto pela Secretaria de Ciencia y Técnica da Universidad de Buenos Aires (Secyt), aplicado na *Primera Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia*, em 2003, e aperfeiçoado em 2007, na *Segunda Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia*. Esse indicador determina o índice de consumo de informação científica declarado pelos entrevistados e possibilita análises que avaliam o quanto o consumo de informação pode ou não afetar atitudes e percepção dos sujeitos, estabelecer relações

com o conhecimento em ciência e tecnologia da população, estar ligado a determinados hábitos de participação em C&T, ou mesmo relacionar-se de maneira direta com atitudes e imagens que se solidificam em relação ao papel da ciência e do cientista.

Na pesquisa de percepção dos professores aqui apresentada, esse índice foi constituído por sete perguntas de consumo informativo que abordam a frequência com que o docente realiza as seguintes ações, quando não está trabalhando: i) assiste a filmes de ficção científica, ii) assiste a programas ou documentários na televisão sobre natureza e vida animal; vê notícias sobre ciências em iii) jornais e iv) programas televisivos sobre C&T, v) realiza leitura de livros ou HQs de divulgação científica, vi) visita museus, centros ou exposições sobre C&T; e vii) ouve programas radiofônicos sobre C&T.

A cada resposta foi atribuído o valor máximo de 1, com variação de 0,2 para cada frequência de consumo, estabelecendo os seguintes valores: Nunca = 0; Anual = 0,2; Semestral = 0,4; Bimestral = 0,6; Mensal = 0,8; Semanal = 1.

O Icic se constitui pela média simples das respostas às sete questões e a análise desses valores se dá a partir de cinco estratos, definidos em Secyt (2007):

Tabela 1: Categorias do Indicador de Consumo de Informação Científica (Icic)

Valor Icic	Categoria Icic
0	nulo
$x < 0,25$ e $\neq 0$	baixo
$0,25 \leq x < 0,5$	médio-baixo
$0,5 \leq x < 0,75$	médio-alto
$0,75 \leq x \leq 1$	alto

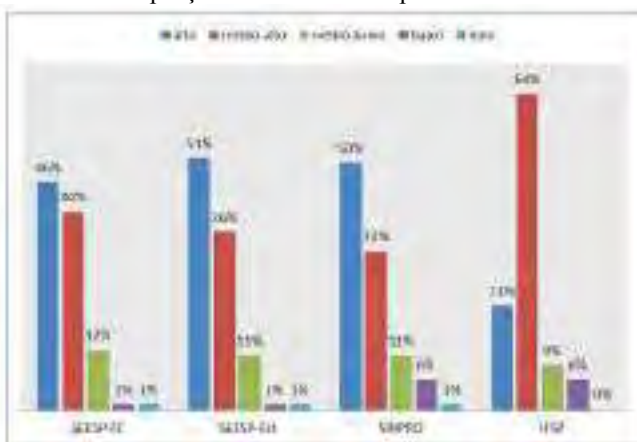
Para este artigo foram comparados o nível de Icic dos docentes: vinculados à Secretaria do Estado de São Paulo (SEESP), ao Sindicato dos Professores de São Paulo (SINPRO); e ao Instituto Federal de São Paulo (IFSP).

Também foi apresentado o nível médio de Icic dos professores em comparação à média obtida na pesquisa com a população em geral de sete capitais ibero-americanas.

## Resultados

Comparando os níveis de Icic dos docentes vinculados às redes estadual, federal e privada de ensino, é possível notar que, embora haja diferença significativa entre o nível de Icic dos professores do IFSP e o dos vinculados às demais instituições, a maioria (84,6%) dos entrevistados pertence aos grupos de Icic alto e médio-alto.

Gráfico 1: Proporção do Icic entre os professores



Fonte: Coelho, 2014.

Do total de professores que responderam ao questionário, 42,3% apresentam Icic alto, 42,3% médio-alto, 10,51% médio-baixo, 3,86% baixo e 0,57% nulo. Isso significa que a frequência da realização das práticas de consumo de informação científica apresentadas (assistir a filmes de ficção científica, a programas ou documentários na televisão sobre natureza e vida animal ou C&T; ler notícias sobre ciências em jornais; realizar leitura de livros ou HQs de divulgação científica; visitar museus, centros ou exposições sobre C&T; e ouvir programas radiofônicos sobre C&T) varia de bimestral a semanal para cerca de 85,5% da amostra.

Gráfico 2: Comparação entre faixas do Icic da população em geral, por cidades (FAPESP, 2011), e dos professores de São Paulo (Coelho, 2014)



Fontes: Labjor/Unicamp (FAPESP 2011); López Cerezo e Polino (2008); Coelho, 2014.

Comparando o Icic dos professores de ensino médio com o da população em geral de sete capitais ibero-americanas, percebe-se que o grupo de docentes apresenta um nível de consumo de informação científica superior ao da população em geral de todas as capitais em que foi aplicada a pesquisa, como se pode observar no gráfico 2.

Uma possível explicação para o perfil encontrado na amostra poderia ser que a própria metodologia da pesquisa tenha selecionado professores de Icic alto e médio-alto, pelo fato de o questionário ter sido enviado por e-mail. Ou seja, os professores mais desinformados, com pouco acesso a computadores e os desinteressados podem não ter respondido à pesquisa. Nesse sentido, não podemos afirmar que tais resultados representem a população de professores de ensino médio, na medida em que os respondentes já passaram pelo filtro prévio do interesse.

Considerando a amostra, os dados demonstram que o grupo com Icic alto dos docentes de São Paulo é aproximadamente 12 vezes maior do que o da população do mesmo estado. Nesse sentido, fica clara a distinção do papel social do professor no processo de circulação do conhecimento, uma vez que caberia a ele, se não produzir – o que seria de fato desejável –, ao menos divulgar o conhecimento pelo ensino e, para tanto, pressupõe-se que o docente possua um nível mais elevado de informação sobre assuntos relacionados ao conhecimento científico do que o cidadão que não teria, necessariamente, a função de divulgar ciência.

Em consequência disso, a fim de observar se a percepção do professor, imbuído de seu papel social no processo de circulação do conhecimento, diferencia-se em algum nível da percepção do cidadão – que muitas vezes se aproxima desses temas apenas por curiosidade/ interesse – foram feitas comparações entre a pesquisa realizada com os docentes de ensino médio e a de *Percepção pública da ciência e da tecnologia no estado de São Paulo* (FAPESP, 2011), a qual entrevistou o público adulto em geral no mesmo estado brasileiro.

Ainda considerando a importância do professor no processo de circulação do conhecimento e os demais atores que compõem esse sistema, foram cotejados alguns resultados da pesquisa realizada com professores com os da realizada com jovens estudantes de ensino médio da cidade de São Paulo (OEI, 2011), que, por sua vez, são identificados por características próprias, especi-



ficamente, com as daquele que recebe a informação e “produz” conhecimento por meio do processo de ensino e aprendizagem, estreitamente relacionado à ação do professor.

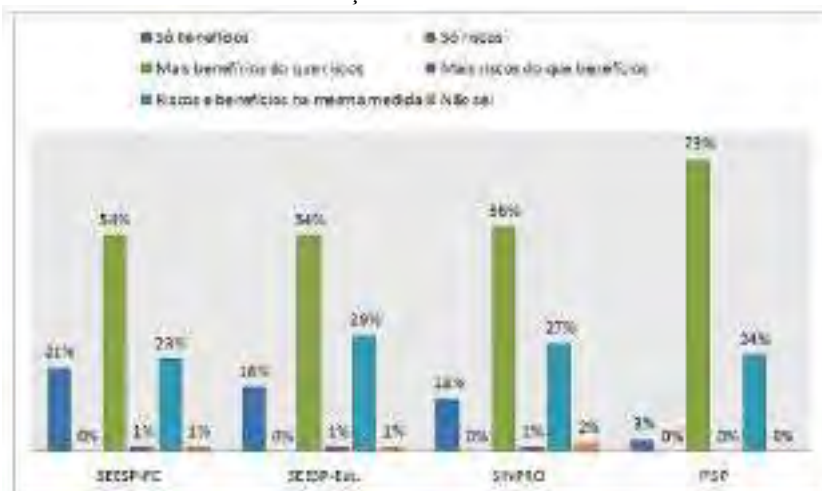
A questão 24 da pesquisa respondida pelos professores teve o intuito de conhecer a opinião dos docentes acerca do grau de risco e benefício que o desenvolvimento científico pode trazer para a sociedade. Inquiriu-se ao respondente se ele considerava que “a ciência e a tecnologia trazem muitos riscos, alguns riscos, poucos riscos ou nenhum risco”.

Os resultados obtidos nessa questão demonstram que a maioria dos docentes de todas as redes de ensino é otimista frente ao desenvolvimento da C&T. Contudo, as respostas apontam também que o maior número de respondentes (59,07%) tem uma confiança reservada nesse desenvolvimento, já que afirma haver mais benefícios do que riscos, por oposição à parcela menor (13,27%), absolutamente otimista, que demonstrara confiança excessiva na C&T, afirmando haver somente benefícios nesse tipo de desenvolvimento.

Essa fração de entusiastas sem restrições, que parece conceber a tecnologia como algo neutro, apartada da sociedade e dos interesses que envolvem todo tipo de investimento no desenvolvimento científico-tecnológico e em seus produtos (BAZZO, 1998, p. 142), entretanto, não constitui a maior parte dos respondentes. A maioria dos professores apresenta atitude ambivalente (GIDDENS, 1991) de reverência e reserva frente à ciência e à aplicação dela.

A maior parcela dos docentes tem um grau de confiança crítico em relação ao desenvolvimento da C&T, como demonstram os resultados, nos quais: 53,6%, 54%, 56% e 72,7% dos respondentes das redes estadual (Fundação Casa e rede regular), particular e federal, respectivamente, afirmaram que o desenvolvimento da C&T traz mais benefícios, ainda que não destituído de riscos para a sociedade.

Gráfico 3: Percentual de confiança em C&T



Fonte: Coelho, 2014.

Esse resultado corrobora outros obtidos em pesquisas de percepção pública de âmbito estadual e nacional (FAPESP, 2005, 2011; MCTI, 2010) e também com outras realizadas com jovens estudantes de ensino médio (Gouw, 2013), nas quais grande parte dos respondentes tem a mesma percepção sobre os benefícios da C&T em relação à sociedade, como demonstra a tabela que segue.

Tabela 2: Comparação da questão sobre riscos e benefícios entre Fapesp, MCTI e GOUW

FAPESP (2005)	%	MCTI (2010)	%	GOUW (2013)	%
Os benefícios da ciência são maiores do que os efeitos negativos	72,0%	Ciência e tecnologia: mais benefícios que malefícios	42,3%	Os benefícios da ciência são maiores do que os efeitos negativos que possa ter	52,3%

Fonte: Reproduzido de Gouw (2013).

O enunciado das questões sobre a percepção de riscos e benefícios no questionário aplicado à população geral em 2010 (FAPESP, 2011) apresentava uma pequena diferença: nas perguntas 13 e 14, faziam-se os seguintes questionamentos aos entrevistados, respectivamente: p.13: “Em geral, você acha que nos próximos 20 anos o desenvolvimento da ciência e da tecnologia vai trazer muitos riscos, alguns riscos, poucos riscos ou nenhum risco para o mundo?” e P.14: “Em geral, você acha que nos próximos 20 anos o desenvolvimento da ciência e da tecnologia vai trazer muitos benefícios, alguns benefícios, poucos benefícios ou nenhum benefício para o mundo?”.

Não obstante as diferenças no enunciado, o resultado também apresenta maior percentual entre os que consideram que o desenvolvimento da C&T trará mais benefícios do que riscos, já que 27,9% dos respondentes afirmaram perceber muitos riscos e 32,9%, muitos benefícios, conforme demonstrado na tabela 3.

Tabela 3: Perguntas sobre riscos e benefícios da C&amp;T em Fapesp, 2011

<b>13. Pergunta: Em geral, você acha que nos próximos 20 anos o desenvolvimento da ciência e da tecnologia vai trazer muitos riscos, alguns riscos, poucos riscos ou nenhum risco para o mundo?</b>	
Resposta	%
Muitos riscos	27,9
Alguns riscos	35,7
Poucos riscos	20,9
Nenhum risco	9,9
NS/NR	5,6
<b>14. Pergunta: Em geral, você acha que nos próximos 20 anos o desenvolvimento da ciência e da tecnologia vai trazer muitos benefícios, alguns benefícios, poucos benefícios ou nenhum benefício para o mundo?</b>	
Resposta	%
Muitos benefícios	32,9
Alguns benefícios	39,5
Poucos benefícios	17,6
Nenhum benefício	6,2
NS/NR	3,8

Fonte: Fapesp, 2011.

Pelos dados das quatro pesquisas (com jovens estudantes, população em geral e professores) pode-se notar que há, de forma geral, uma perspectiva positiva do papel da ciência e da tecnologia na sociedade.

O fato da concepção edificante da C&T ter superado a indicação da existência de risco entre os professores, alunos e população em geral corrobora resultados obtidos em outros países. Nos Estados Unidos, segundo relatório da *National Science Foundation* (2014), a maioria dos americanos (aproximadamente 70%) disseram que os benefícios da ciência superam os potenciais malefícios e que o governo deveria financiar ainda mais as pesquisas (NSF, 2014).

Entre os chineses, em 2010, 75% dos entrevistados concordaram "totalmente" ou "parcialmente" que a C & T trazem mais benefícios do que danos (CRISP, 2010), percentual um pouco mais elevado do que o do Japão, onde 54% dos entrevistados afirmaram que há mais vantagens do que desvantagens no desenvolvimento da C&T para a sociedade (NISTEP, 2013).

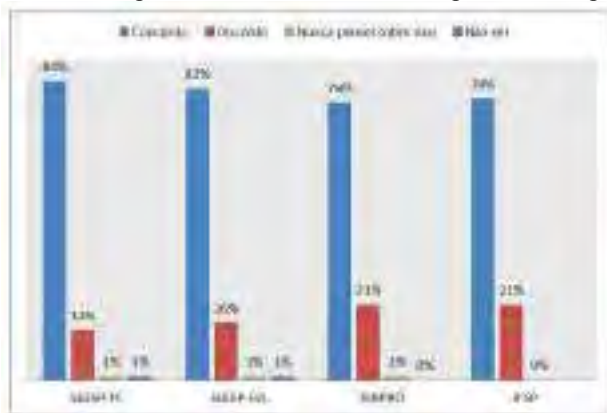
Considerando o percentual de pessoas que concordam que a C&T traz mais benefícios do que riscos para a população, os resultados demonstram que o público em geral de diferentes países, assim como os docentes de São Paulo veem com otimismo o desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Quando questionados sobre o grau de concordância ou discordância de que os cidadãos devem ser ouvidos e suas opiniões consideradas mesmo que não estejam bem informados sobre as implicações da ciência (riscos e benefícios) ou novos desenvolvimentos tecnológicos, a grande maioria dos professores concordou com a participação ativa do cidadão, não obstante o desconhecimento do tema tratado.

Nessas questões (gráficos 4 e 5), as respostas “concordo plenamente” e “concordo parcialmente” foram agrupadas em concordo e as “discordo parcialmente” e “discordo plenamente” em discordo.

A grande maioria dos professores concorda que o cidadão deve ser ouvido e suas opiniões consideradas, ainda que não tenha conhecimento do assunto.

Gráfico 4: Opinião de docentes sobre a importância da participação cidadã em C&T



Fonte: Coelho, 2014.

Com poucos pontos percentuais de diferença (6%) entre os que mais concordam com a afirmação e os que menos concordam, os docentes da Fundação Casa são os que mais defendem a participação dos cidadãos, seguidos dos professores vinculados à SEESP atuantes na rede regular, ao passo que os docentes sindicalizados do Sinpro apresentam menor índice de concordância, seguidos dos professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia.

Em enquête realizada com a população em geral do estado de São Paulo (Fapesp, 2011), a pergunta 22.1 apresentava um enunciado similar – e a partir do qual se elaborou a questão 27.1 da pesquisa com os professores. Nela, o entrevistado deveria dizer se *concordava muito, concordava, nem concordava nem discordava, discordava, ou discordava muito* com a posição de que “Os cidadãos devem ser ouvidos e sua opinião considerada [em casos de decisões sobre temas relacionados a C&T].”

Semelhantemente ao resultado obtido na pesquisa com professores, a grande maioria dos entrevistados do estado de São Paulo (89,5%) afirmou concordar que a participação do cidadão deve ser considerada, independentemente do conhecimento que possa ter sobre o que se propõe a opinar (FAPESP, 2011).

Chama a atenção o percentual de respostas que relevam a necessidade de se conhecer sobre determinado assunto para opinar sobre ele, quando se trata de o respondente ser um professor. Isso pelo fato de o professor pensar, teoricamente, mais sobre a importância do conhecimento para a vida das pessoas e, conseqüentemente, para a diminuição potencial de decisões erradas. Contudo, pelo resultado, quando se trata da participação social, o conhecimento parece ter menos importância do que a garantia da ação democrática.

Há ainda que se fazer uma observação sobre essa pergunta 27.1, pois na enquete feita à população em geral, não se apresentava a ressalva de que a população devesse participar, *mesmo não estando bem informada sobre o assunto*, o que leva a crer que o índice de “concordo” pudesse ter um decréscimo, caso a pergunta tivesse a ressalva, aproximando-se ainda mais do percentual médio de concordância dos entrevistados docentes, que é de 80,65%.

Parece curioso que os profissionais que lidam diretamente com a construção do conhecimento e com a informação considerem-nas pouco relevantes para a participação cidadã, como indicaram os resultados.

Outra possibilidade de interpretação é a de que os respondentes em sua maioria consideram que o direito democrático deva prevalecer sob qualquer outro tipo de condição.

Nesse aspecto, parece não haver diferença entre a percepção daqueles profissionais que lidam diretamente com a informação e a população em geral que, teoricamente, não refletiria, diferentemente do docente, sobre a importância do conhecimento para a prática cidadã.

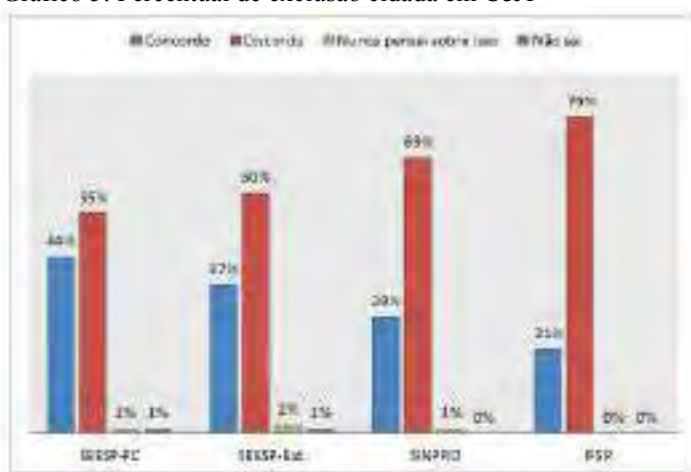
Constituindo ainda o eixo “Valoração e atitudes sobre C&T”, a pergunta 27 questionava se o entrevistado concordava ou discordava que “É melhor deixar as decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e à tecnologia nas mãos dos especialistas”.

Coerentemente com as respostas dadas na questão 27.1, a maioria dos professores afirmou discordar que caberia somente aos especialistas decidir sobre problemas sociais relacionados a C&T. Contudo, comparando os níveis concordância da questão 27.1 e de discordância da questão 27, percebe-se que alguns resultados demonstram variação inversa. Ou seja, entre os entrevistados, os que mais concordam com a participação cidadã são os docentes da Fundação Casa, seguidos dos professores que atuam na rede estadual regular. Contudo, são esses também os que mais concordam que as decisões devam ser tomadas por especialistas.

De forma mais coerente apresentam-se as posições dos docentes do IFSP, já que o percentual de docentes que afirmaram concordar com a proposição de que o cidadão deve ser ouvido e suas opiniões consideradas, ainda que não tenha domínio sobre o assunto, foi o mesmo (78,80%) dos que afirmaram discordar que as decisões de problemas sociais ligados à C&T deveriam caber somente a especialistas.

Fazendo novamente um comparativo dos resultados obtidos na pesquisa com professores com os da população em geral do estado de São Paulo, pode-se notar que a percepção dos dois grupos mantém certa semelhança, já que entre os entrevistados do segundo grupo (população em geral), 56,4% afirmaram discordar de que as decisões fiquem somente sob a responsabilidade de especialistas, similar aos resultados do primeiro grupo, dos professores, em que a maioria (65,65%) deu a mesma resposta.

Gráfico 5: Percentual de exclusão cidadã em C&T



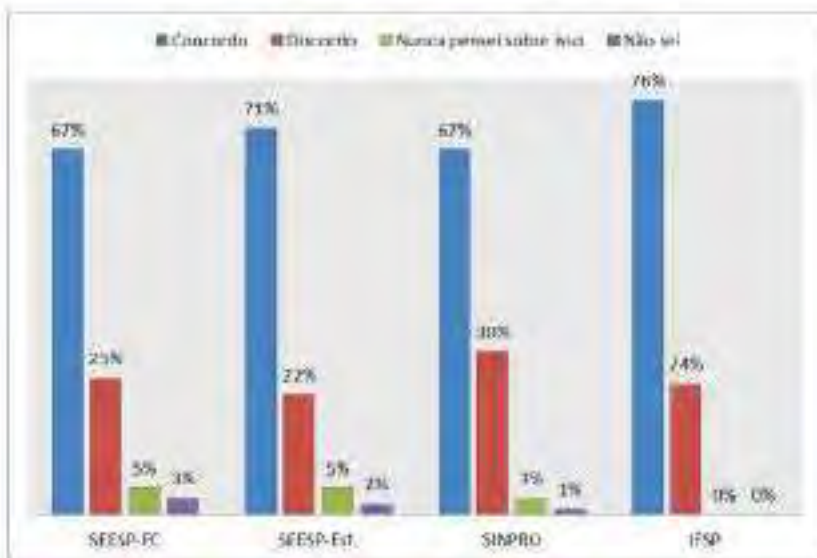
Fonte: Coelho, 2014.

Para o outro enunciado da bateria apresentada na questão 27.1: “Se tiver a mínima possibilidade de um risco grave, não permitiria a aplicação da novidade científica ou tecnológica”, a média de professores que afirmaram concordar parcialmente ou plenamente foi de 70,17%. Discordam da proposição, 25,22%; 3,35% nunca pensaram sobre isso e 1,5% não souberam responder.

Dentre os docentes, os do IFSP parecem ser os mais receosos em aceitar a novidade, já que aproximadamente 76% responderam que não permitiriam a aplicação de novidade científica.

Os menos precavidos em relação às novidades foram os docentes vinculados à rede regular da SEESP, já que 30% discordaram de rejeitar a inovação científica ou tecnológica frente à possibilidade de risco, conforme demonstrado no gráfico 6.

Gráfico 6: Percentual de rejeição de C&T frente a possibilidade de risco



Fonte: Coelho, 2014.

A média dos docentes que afirmaram rejeitar inovação de C&T frente a algum tipo de risco é compatível com a média da população geral. O resultado nesta questão, quando aplicada à população do estado de São Paulo, foi que 76,2% também rejeitariam o benefício nessas condições.

Por outro lado, o percentual dos docentes que discordam da proposição, ou seja, que aceitariam as novidades ainda que houvesse risco, é de 25,2%, 17,2% maior do que os entrevistados da população em geral (8,0%). Dentre os que não se posicionaram, o percentual dos professores é 9,9% menor do que os do outro grupo de entrevistados (14,7%).

## Conclusão

Pesquisas de percepção pública da ciência têm avaliado os hábitos informacionais da população acerca de temas científicos e tecnológicos como forma de avaliar os meios utilizados, a frequência e o grau de informação sobre C&T consumida. O desenvolvimento de um indicador a partir de tais perguntas, o Índice de Consumo de Informação Científica (Icic), por sua vez, permite o agrupamento dos entrevistados em categorias de acordo com tais parâmetros e, dessa forma, a análise de como o consumo de informação sobre C&T varia entre diferentes públicos, bem como tais grupos se diferenciam ou assemelham-se entre si em relação a outras variáveis, como, por exemplo, suas atitudes e valoração de temas relacionados a C&T.

O estudo realizado com professores de ensino médio do estado de São Paulo permitiu confrontar tais resultados com os de outras pesquisas realizadas com diferentes públicos da mesma região. Percebe-se, dessa forma, que o grupo de docentes apresenta um nível de consumo de informação científica superior ao da população em geral, talvez como consequência das práticas relacionadas às suas atividades profissionais, da formação recebida, ou até mesmo pelo interesse pessoal dos indivíduos que escolheram a carreira docente.

Um nível mais elevado de consumo de informação sobre temas científicos e tecnológicos, no entanto, não significa menor senso crítico em relação a aplicações da C&T. Os professores, apesar de apresentarem uma visão otimista da ciência, como observado também na população em geral e em jovens estudantes, demonstram cautela ao reconhecerem possíveis riscos oferecidos por implicações da ciência ou de novos desenvolvimentos tecnológicos.

Quando se trata da participação social em tomadas de decisão sobre temas relacionados a C&T, o conhecimento especializado parece ter menos importância do que a garantia da ação democrática. Os professores, assim como os demais públicos analisados, consideram que os cidadãos devem ser ouvidos a respeito de implicações científicas e tecnológicas que afetem as suas vidas, e que tais decisões não podem ficar a cargo somente de especialistas.

## REFERÊNCIAS

- Bazzo, W. (1998). *A Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis, Brasil: Ed. da UFSC.
- Coelho, M. (2014). *Percepção dos Professores de Ensino Médio sobre Temas relacionados a C&T*. Disponível em: <<https://ppetspro.wordpress.com/>>.
- CRISP. (2010). *Chinese Public Understanding of Science and Attitudes towards Science and Technology*. Beijing, China: CRISP. Disponível em: <<http://www.cast.org.cn/n35081/n35473/n35518/12451858.html>>.
- CETIC (2011). *TIC Educação-Professores*. Disponível em: <http://cetic.br/tics/educacao/2011/professores>.
- COLCIENCIAS. (2005). *Primera encuesta sobre la imagen de la ciencia y la tecnología en la población colombiana, 1994*. Disponível em: <<http://www.upf.edu/pcstacademy/docs/EncuestaColombia.pdf>>.
- FAPESP. (2005). *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo, 2004*. São Paulo, Brasil: FAPESP. Cap. 12.
- . (2011) *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo, 2010*. São Paulo, Brasil: FAPESP, Cap. 12.
- FECYT. (2006). *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España-2004*. Madrid, Espanha: Fecyt. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/percepcion.pdf>>.
- FECYT-OEI-RICYT. (2007). *Cultura científica em Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos*. Madrid, Espanha: Fecyt. Disponível em: <<http://www.fvc.org.br/pdf/estudo-computador-internet.pdf>>.
- Gouw, A. M. (2013). *As opiniões, interesses e atitudes dos jovens brasileiros frente à ciência: uma avaliação de âmbito nacional*. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/.../ANA\\_MARIA\\_SANTOS\\_GOUW\\_rev.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/.../ANA_MARIA_SANTOS_GOUW_rev.pdf)>.
- Giddens, A. (1991). *As Consequências da Modernidade*. São Paulo, Brasil: Ed. Unesp.
- MCTI. (2006). Pesquisa de Percepção Pública da Ciência. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/c52098dc-9364-4661-a8a9-d99c0b2bb9ef>>.
- NISTEP. (2013). *Japanese Science and Technology Indicators 2012*. Research Material 214. Disponível em: <[http://www.nistep.go.jp/en/?page\\_id=52](http://www.nistep.go.jp/en/?page_id=52)>.
- NSF. (2008). Disponível em: <<http://www.nsf.gov/statistics/seind08/c7/c7h.htm>>.
- OEI. (2011). *Los Estudiantes y la Ciencia: encuesta a jóvenes ibero-americanos*. Polino, C. (Org.). Buenos Aires, Argentina. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/libroestudiantes.pdf>>.
- SECYT. (2007). La percepción de los argentinos sobre la investigación científica en el país. In: *Segunda Encuesta Nacional De Percepción Pública de la Ciencia*. Buenos Aires, Argentina: Secyt.
- Vogt, C. e Polino, C. (Orgs.). (2003). *Percepção pública da ciência, Resultados da Pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai*. São Paulo, Brasil: Editora Unicamp.

## SOBRE OS AUTORES

**Márcia Azevedo Coelho:** Pesquisadora colaboradora do Laboratório de Estudos Avançado em Jornalismo da Universidade Estadual de Campinas (Labjor/Unicamp, Brasil) e pós-doutoranda em percepção pública da ciência (Bolsista Fapesp–Processo 2013/04008-6).

**Ana Paula Morales:** Pesquisadora colaboradora do Labjor/Unicamp, doutoranda em política científica e tecnológica pela Unicamp e assessora de comunicação da Universidade Virtual do Estado de São Paulo (Univesp), Brasil.

**Carlos Vogt:** Coordenador do Labjor/ Unicamp e presidente da Univesp, Brasil.

GLOBAL  KNOWLEDGE  
ACADEMICS

