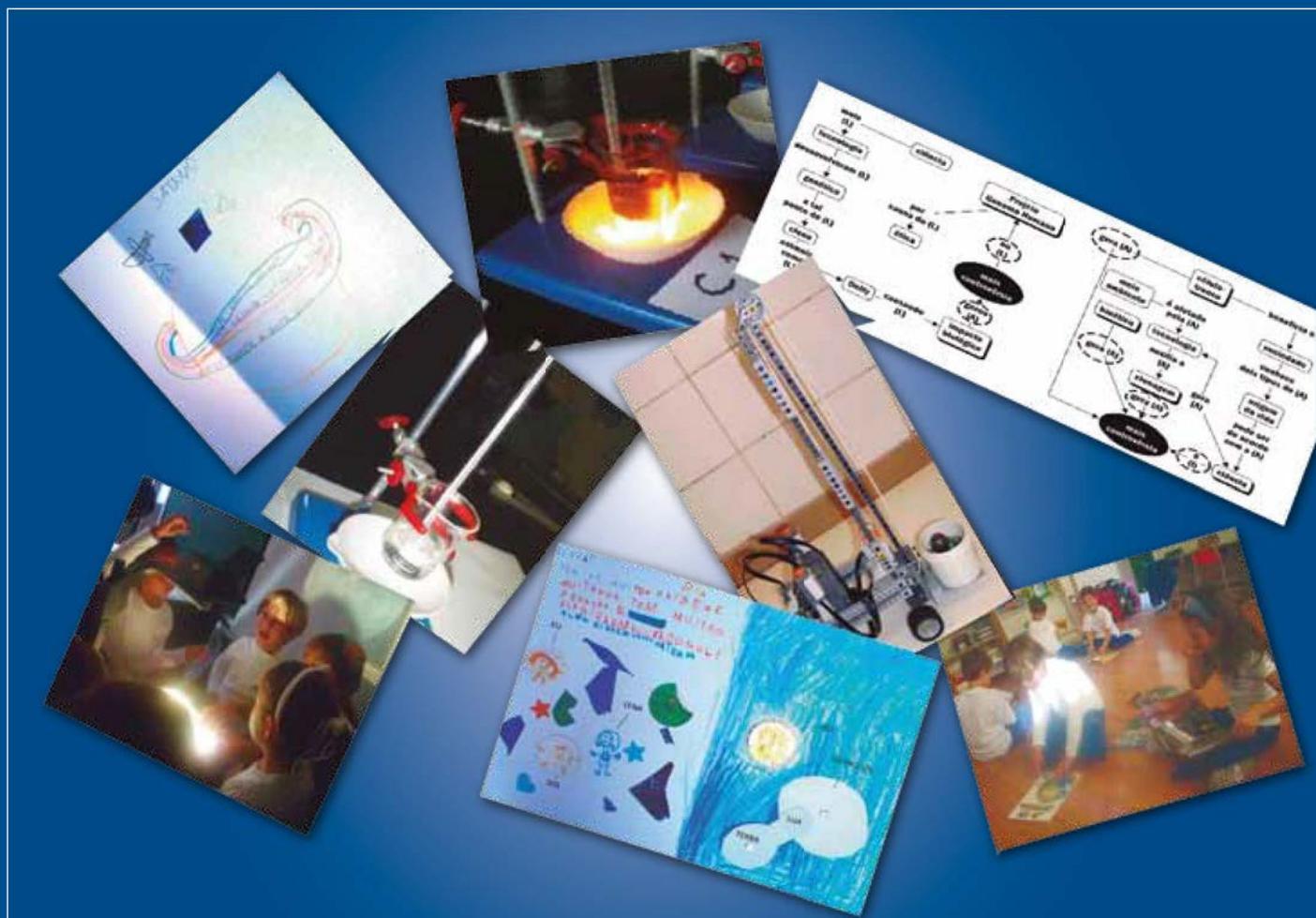


Journal of Science Education

REVISTA DE EDUCACIÓN EN Ciencias

Special issue, vol. 14 , 2013



Teaching science for children
5-6 years old p. 40

Science education in general secondary
school in East-Timor p. 20

Investigación • Internet • Computadores

Métodos activos • Innovaciones • Creatividad

Desarrollo de capacidades



ISSN 0124-5481



9 770124 548009

Director of the Journal

Yuri Orlik

Editorial Board

Alan Goodwin

Education of Science

Jace Hargis

Education of Science

Luz C. Hernández

Education of Science

Charles Hollenbeck

Education of Physics

Yuri Orlik

Education of Chemistry

The Committee of the Special issue, vol. 14, 2013

Agnaldo Arroio, U. of Sao Paulo, Brasil

Antonio Cachapuz, U. of Aveiro, Portugal

Murilo Cruz Leal, U. Federal de São João Del-Rei, Brasil

Carlos Alberto dos Santos, U. Federal da Integração
Latino-Americana, Brasil

Ricardo Gauche, U. de Brasília, Brasil

Agustina R. Echeverría, U. Federal de Goiás, Brasil

Marcela E. Fejes, U. of São Paulo, Brasil,

Carmen Fernandez, U. of São Paulo, Brasil

Jose Fernandes de Lima, CNE, Brasil

Helder Eterno da Silveira, U. Federal de Uberlândia,
Brasil

Maria Elena Infante-Malachias, U. de São Paulo, Brasil

Rosária Justi, U. Federal de Minas Gerais, Brasil

Maria Elisa Maia, U. de Lisboa, Portugal

Isabel Martins, U. Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Fátima Paixão, Polytechnic I. of Castelo Branco, Portugal

This Journal is indexed and abstracted in:

Scopus (Elsevier) www.info.scopus.com

Qualis (qualis.capes.gov.br/webqualis), Brasil

Chemical Abstracts (CA)

Educational Resources Information Center
(ERIC)

Educational Research Abstract Online
(ERA) UK,

www.tandf.co.uk/era

Contents Pages in Education, UK
Latindex, México

You can access the Journal On Line:

www.accefyn.org.co/rec

Subscribe to the Journal On Line

JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION REVISTA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS

COMMITTEE OF SUPPORT

ACADÉMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
Jaime Rodríguez Lara Maria Falk de Losada

UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA, UNILA
Brasil

GRUPO DE INOVAÇÕES EDUCACIONAIS EM CIÊNCIAS NATURAIS
CNPq, UNILA, Brasil

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COLOMBIA
Clemencia Bonilla Olano
Aurelio Uson

UNIVERSIDAD DE LA AMAZONÍA
Leonidas Rico Martínez
Alberto Fajardo Olivero

HIGHER COLLEGES OF TECHNOLOGY, UAE
Jace Hargis

LATVIAN UNIVERSITY OF AGRICULTURE
Juris Skujans
Baiba Briede
Anda Zeidmane

UNIVERSITY OF GLASGOW
CENTRE OF SCIENCE EDUCATION
Norman Reid

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, Montevideo
Unidad de Enseñanza, Facultad de Ingeniería

COMMITTEE OF ADVISERS

Agustin Adúriz-Bravo, U. de Buenos Aires, Argentina

Colin Bielby, Manchester M. University, UK

Martin Bilek, University of Hradec Králové, Czech Republic

John Bradley, University of the Witwatersrand, S. Africa

Baiba Briede, Latvian University of Agriculture

Antonio Cachapuz, University of Aveiro, Portugal

Liberato Cardellini, University of Ancona, Italy

Peter Childs, University of Limerick, Ireland

Malcolm Cleal-Hill, Manchester M. University, UK

Mei-Hung Chiu, National Taiwan Normal University

Carlos Corredor, U. Simon Bolívar, Colombia

Murilo Cruz Leal, Universidade Federal de São João Del-Rei, Brasil

Hana Ctrnactova, Charles University, Czech Republic

Onno De Jong, Utrecht University, The Netherlands

Agustina Echeverría, UFG, Brasil

Salman Elyian, Arab Academy College for Education in Israel

Marcela Fejes, Universidade de São Paulo, Brasil

Carlos Furió, U. de Valencia, España

Valentín Gavidia, U. de Valencia, España

Wilson González-Espada, Morehead State University, USA

Jenaro Guisasola, U. del País Vasco, España

Muhamad Hagerat, Arab Academy College for Education in Israel

Jace Hargis, Higher Colleges of Technology, UAE

Maria Elena Infante-Malachias, Universidade de São Paulo, Brasil

Ryszard M. Janiuk, U. Marie Curie-Skłodowska, Poland

Alex Johnstone, University of Glasgow, UK

Rosária Justi, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Ram Lamba, University of Puerto Rico

José Lozano, Academia Colombiana de Ciencias

Iwona Maciejowska, Jagiellonian University, Poland

Iliá Mikhailov, UIS, Colombia

Marina Míguez, U. de la República, Uruguay

Mansoor Niaz, U. de Oriente, Venezuela

Tina Overton, Physical Science Center, University of Hull, UK

Stelios Piperakis, University of Thessaly, Greece

Sarantos Psicharis, Greek Pedagogical Institute, Greece

Mario Quintanilla, Pontificia Universidad Católica de Chile

Christopher Randler, University of Education, Heidelberg, Germany

Andrés Raviolo, U. Nacional de Comahue, Argentina

Charly Ryan, University of Winchester, UK

Eric Scerri, UCLA, USA

Peter Schwarz, Kassel University, Germany

Carlos Soto, U. de Antioquia, Colombia

Aarne Toldsepp, University of Tartu, Estonia

Zoltan Toth, University of Debrecen, Hungary

Nora Valeiras, U. Nacional de Córdoba, Argentina

Uri Zoller, University of Haifa, Israel

COORDINADORA EDITORIAL
Luz C. Hernández

Asesor contable
Sonia Judith Guevara

ISSN 0124-5481

La Journal of Science Education
(Revista de Educación en Ciencias) no se responsabiliza por las ideas emitidas por los autores

Los artículos de esta revista pueden ser reproducidos citando la fuente

Bien excluido de IVA

Página WEB con la Revista Virtual:

<http://www.accefyn.org.co/rec>

Address of the Journal:

e-mail: oen85@yahoo.com

Journal of Science Education, Special issue, vol. 14, 2013

CONTENTS

Procurando a qualidade da educação científica	3
ART AND SCIENCE: IMPROVING SCIENCE TEACHERS' INTERDISCIPLINARY COMPETENCES	
Arte y ciencia: mejorando las competencias interdisciplinarias de los profesores de ciencias Cachapuz A. (Portugal).....	5
USO DE SIMULAÇÕES COMO UMA DINÂMICA DIFERENTE PARA QUEM APRENDE E PARA QUEM ENSINA: UM ESTUDO DE CASO	
Using simulations as a different dynamic to learners and teachers: a case study Fejes M., Pinheiro Sales M.G., Infante-Malachias M.E. (Brasil).....	8
AVALIAÇÃO DO CURRÍCULO PORTUGUÊS DE CIÊNCIAS FÍSICAS E NATURAIS: O QUE PENSAM OS PROFESSORES?	
Evaluation of the Portuguese Curriculum of Physics and Natural Sciences: What do teachers think? Torres J., Vasconcelos C. (Portugal)	12
AS REPRESENTAÇÕES MENTAIS DE PROFESSORES DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO CONTINUADA E INICIAL: LIMITES E APROXIMAÇÕES.	
Mental representations of chemistry teachers in initial and continuing education: bounds and approximations. Gomes Catunda de Vasconcelos F. C., Valéria Campos dos Santos V., Arroio A. (Brasil).....	16
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO ENSINO SECUNDÁRIO GERAL EM TIMOR-LESTE: DA INVESTIGAÇÃO À COOPERAÇÃO	
Science education in general secondary school in East-Timor: from research to cooperation Martins I.P. (Portugal).....	20
MAPEAMENTO CONCEITUAL E O USO DE CONCEITO OBRIGATÓRIO PARA FAZER AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DOS CONHECIMENTOS DOS ALUNOS	
Concept mapping and the use of compulsory concept to make diagnostic assessment of students' knowledge Tolentino Cicuto C.A., Miranda Correia P.R. (Brasil).....	23
ENSINO ORIENTADO PARA A APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: PERSPETIVAS DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E GEOGRAFIA	
Problem-based learning: science and geography teachers' perspectives Leite L., Dourado L., Morgado S., Meireles A., Azevedo C., Alves C., Fernandes C., Silva E., Cabral E., Pinto E., Osório J., Vale M., Ribeiro M.T. (Portugal)	28
APLICAÇÕES DA ROBÓTICA NO ENSINO DE FÍSICA: ANÁLISE DE ATIVIDADES NUMA PERSPECTIVA PRAXEOLÓGICA	
Applications of robotics in the teaching of physics: activities analyzes in a praxiological perspective Schivani M., Brockington G., Pietrocola M. (Brasil)	32
ENSINO DE QUÍMICA E SURDEZ: ANÁLISE DA PRODUÇÃO IMAGÉTICA SOBRE TRANSGÊNICOS	
Teaching of chemistry and deafness: analysis of production of visual representations about transgenic Canavaro Benite A., Machado Benite C. (Brasil).....	37
O ENSINO DE CIÊNCIAS PARA CRIANÇAS DE 5-6 ANOS.	
Teaching science for children 5-6 years old. Blasbalg M.E., Arroio A. (Brasil)	40
CONDITIONERS OF TEACHING PRACTICE: REPORTS OF A CHEMISTRY TEACHER IN BASIC PRIMARY EDUCATION IN BRAZIL	
Acondicionadores de la práctica docente: informes de una profesora de química en la educación primaria básica en Brasil Clemente Urata T., Eterno da Silveir H. (Brazil).....	44
UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADORA PARA O ENSINO DE COMBUSTÃO	
An experimental problematizing approach to combustion teaching De Barros Arsie E., Caroline Morato Fabricio C., Maciel Guimarães O. (Brasil).....	48
REFLEXÃO SOBRE A AÇÃO NA LICENCIATURA EM QUÍMICA: O ESTÁGIO SUPERVISIONADO COMO ESPAÇO FORMATIVO	
Reflection on the action: supervised preservice teachers' practice as formative space. Da Costa Garcez E., Carneiro Gonçalves F., Tito Alves L. Flora Barbosa Soares M., Araújo da Silva Mesquita N. (Brasil)	52
Book reviews	55
2do Foro Mundial de Desarrollo Económico Local	56

Editorial

Procurando a qualidade da educação científica

A educação em ciências – **física, química, biologia, ciências da terra e matemática** – representa não só uma importante parte da educação escolar do ensino básico ao superior, mas também uma base de grande importância para o desenvolvimento científico-tecnológico e cultural das sociedades dos países em que tem lugar. Nos países de fala portuguesa – Portugal, Brasil entre outros, na escola básica e universitária, é frequentemente referido o problema da qualidade da educação em ciências, uma situação também comum a muitos outros países. Tal problema tem variadas razões que não cabe aqui analisar em detalhe. Mas é nosso entendimento que uma leitura histórica, ainda que sumária, do desenvolvimento da educação em ciências de par com propostas de orientação e estudos concretos sobre a educação em ciências podem contribuir para a melhoria da qualidade da mesma.

No que respeita a Portugal, apresentar uma leitura histórica sobre o desenvolvimento da educação em ciências em Portugal é tarefa árdua sobretudo por não existir nenhum estudo sistemático e global sobre o mesmo. Assim sendo, e de modo mais modesto, apresentam-se algumas notas relevantes com base nas muitas leituras efetuadas sobre documentos dispersos e a experiência pessoal.

Em termos temporais, a génese da educação em ciências como área institucional emergente situa-se no final dos anos 70 do século XX. O seu início resulta da necessidade de formação de professores do ensino superior para serem responsáveis pela leccionação das disciplinas de Didáticas e Metodologias de Ensino das diversas ciências experimentais (física, química, biologia e geociências) e matemática no quadro dos recém-criados cursos de formação inicial de professores, eles mesmo surgindo como resposta institucional à massificação do ensino não superior resultante da revolução democrática do 25 de Abril de 1974.

É assim que a primeira geração dos futuros cientistas em educação em ciências, cerca de dez, foi para o Reino Unido (RU) e Estados Unidos da América (EUA) realizar os seus PhDs em centros de science education que, desde os anos 60, aí tinha sido desenvolvida. As duas áreas então mais procuradas foram a educação em física e a educação em química.

É importante assinalar que, enquanto no RU e nos EUA o desenvolvimento da educação em ciências foi catalisada por programas de desenvolvimento curricular bem conhecidos, em Portugal foi, como se assinalou, pelas necessidades da formação avançada de formadores. Uma outra diferença marcante tem a ver com o enquadramento institucional dos investigadores. Com efeito, em Portugal, os docentes/investigadores estavam (estão), em boa parte, em departamentos de Educação/Formação de Professores. Apesar do tempo ter certamente diluído os efeitos dessas diferenciações geográficas, um dos traços da organização dos centros de investigação em Portugal foi, e é, o cruzamento entre a investigação sobre as problemáticas do currículo e a formação de professores de ciências.

Esclarecidos os primórdios da educação em ciências em Portugal e seu enquadramento genérico, é possível caracterizar tentativamente a sua evolução segundo três fases naturalmente não estanques.

A primeira, designada aqui de fase EMERGENTE, cujo início coincide temporalmente com o acima referido e estende-se até início dos anos 80, com maior ou menor aprofundamento local devido a diferentes condições institucionais de desenvolvimento dos grupos de trabalho nas diferentes instituições de ensino superior

Nesta fase, a educação em ciências está focada nos cursos de formação de professores em particular na organização dos currículos de Didáticas e Metodologias de Ensino das diversas ciências. Estabelecem-se os primeiros contactos formais com as escolas da rede de ensino. A investigação é ainda incipiente, fragmentada e não autónoma, muitas das vezes por contágio dos centros estrangeiros responsáveis pela formação dos investigadores pioneiros.

A segunda fase, aqui designada de CONSOLIDAÇÃO, abarca um período maior do que a fase anterior e estende-se quase até final dos anos 90. Como o próprio nome sugere, esta fase coincide com os cursos de formação de professores já substancialmente estabilizados na sua organização e funcionamento. Estabelecem-se parcerias formais com as escolas da rede de ensino e é frequente a colaboração com professores da rede, muitos dos quais frequentam agora vários mestrados em educação em ciências entretanto criados. Desenvolvem-se programas de formação contínua de professores de qualidade e de que um bom exemplo é o programa nacional Ciência Viva sobre o ensino experimental das ciências.

A segunda geração de investigadores vai terminando os seus doutoramentos, o que quer dizer que já existem vários grupos de investigação com sustentabilidade de recursos humanos. A investigação já é assinalável e adquire características próprias e autónomas, sem prejuízo de parcerias e colaborações internacionais e diversificando os centros de investigação parceiros num quadro de crescente internacionalização. O número de eventos científicos nacionais e internacionais organizados pela comunidade já são substanciais; o mesmo acontece com a produção científica. A educação em ciências adquire estatuto autónomo como área interdisciplinar com objecto de estudo próprio e não mais como projecção intradisciplinar das ciências experimentais.

A terceira fase, onde ainda nos encontramos, aqui designada de EXPANSÃO, teve o seu início algures no final dos anos 90 e coincide com a criação e organização dos Unidades/Centros de Investigação FCT pelo então Ministério da Ciência. Este foi sem dúvida o maior salto que a pesquisa em educação em ciências, e não só, deu em Portugal. Os seus traços essenciais podem resumir-se: dignificação do estatuto político/institucional da investigação em educação em ciência; criação de estruturas de qualidade; captação de financiamento à medida das suas necessidades de desenvolvimento, em particular forte aposta na formação avançada de bolseiros de investigação, apoio de técnicos e apoio a projectos de investigação; linhas de pesquisa estabilizadas incluindo a valorização do ensino das ciências nos primeiros anos da escolaridade, em ambientes não formais e valorização da interdisciplinaridade; reforço das parcerias com escolas da rede de ensino; elevada mobilidade internacional dos investigadores; internacionalização da investigação; criação de redes com novos parceiros, nomeadamente da América Latina, em particular com o Brasil, e de que um bom exemplo é a actual rede Ibero-Americana CTS/Ensino das Ciências lançada já no século XXI a partir da Universidade de Aveiro. Embora com desvios conjunturais, tal dinamismo da comunidade ainda se mantém. É ainda nesta fase (meados dos anos 2000) que tem lugar uma ruptura importante com modelos de formação inicial de professores, de ciências e não só, por via do designado processo de Bolonha, instrumento da construção do Espaço Europeu de Ensino Superior, uma ruptura cujas consequências estão ainda por avaliar adequadamente.

Cerca de quarenta anos depois, o balanço sobre o caminho percorrido é positivo, o que não significa que não haja ainda muito a melhorar na qualidade do que se faz. Não sendo este o melhor momento para uma agenda futura de trabalho, algo se ganharia se docentes e pesquisadores pudessem: (i) melhorar o impacto da pesquisa no ensino, na formação de professores e na decisão política (ii) explorar referenciais teóricos específicos de acordo com a natureza e a finalidade da pesquisa (iii) melhorar a supervisão dos jovens professores e pesquisadores (iv) investir no estudo de casos sobre ensino/formação em ambientes formais/não formais, transversais (e não só locais),

longitudinais, replicativos e avaliados (v) dar maior atenção à agenda política reunindo para o efeito sinergias entre os vários centros. Porventura o mais importante a melhorar seja o mais *simples* ou seja, fazendo jus a Honoré de Balzac, não perder de vista que “a chave de todas as ciências é, inegavelmente, o ponto de interrogação”.

Quanto ao Brasil, pela sua vastidão e diversidade a história é mais complexa. Mas é possível identificar orientações relevantes para a educação em ciências.

De acordo com a legislação vigente, a organização do sistema de ensino tem lugar segundo duas etapas essenciais:

- Educação básica: formada pela educação infantil, ensino fundamental e ensino médio;
- Educação superior.

A aprendizagem das ciências da natureza deve contemplar formas de apropriação e construção de sistemas de pensamento mais abstratos e significativos. A aprendizagem de concepções científicas atualizadas do mundo físico e natural e o desenvolvimento de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas é a finalidade da área servindo para aproximar o estudante do trabalho de pesquisa científica e tecnológica, como atividades institucionalizadas de produção de conhecimentos, bens e serviços. A matemática é uma linguagem de aspectos abstratos e reais e um instrumento formal de expressão e comunicação para diversas ciências. A aprendizagem das ciências da natureza, matemática e suas tecnologias permitem explicar o funcionamento do mundo bem como colocar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade.

O Brasil já ocupa um honroso 13º lugar no Mundo como produtor do conhecimento, o que significa que poderá candidatar-se a posição semelhante na área da educação. O poder político deve tomar a decisão de colocar a escola de boa qualidade como uma prioridade. O Brasil tem uma oportunidade histórica de se tornar um país desenvolvido num horizonte de 25 anos. Se algumas providências forem tomadas rapidamente tem a possibilidade de ser o próximo país a aceder a essa categoria, mas precisa agir para que isso aconteça. Não podemos perder a oportunidade de aproveitar a confluência de algumas variáveis nos próximos anos. Ou será que vamos preferir continuar sendo o eterno país do futuro? (Caruso Ronca, 2010).

Sendo certo que há diferenças no modo como se busca o conhecimento científico e o conhecimento em arte e na literatura, ambos são no entanto fonte de alimento intelectual. Na educação científica, deve haver um grande esforço para virar do avesso o olhar da sociedade sobre a ciência, de forma a valorizá-la como as artes e a literatura na esfera dos bens de espírito. É preciso comunicar aos jovens a alegria do aprender, fazer com que se apaixonem pela descoberta dos segredos escondidos numa fórmula matemática. Essa visão pedagógica é de Paulo Freire, que sempre idealizou o processo educativo como uma fonte de alegria. Para ajudar a construir esse novo clima de aprendizagem das ciências, a escola básica deve ilustrar as principais conquistas tecnológicas, como funcionam, fazendo-se a devida conexão entre a ciência, a tecnologia e a vida. Essa orientação estimula o pensamento criativo e a descoberta. É preciso, observa esse autor, fazer prevalecer o pensador sobre o consumidor; impõe-se pois valorizar a profissão docente, com uma formação de qualidade e salários justos. O ensinar a pensar é particularmente importante nestes tempos de globalização, cujas promessas não foram ainda cumpridas (Bevilacqua, 2009).

Paulo Freire afirmava que a alegria na escola fortalece e estimula a alegria de viver. Viver plenamente a alegria na escola significa mudá-la, significa lutar para incrementar, melhorar e aprofundar a mudança. Lutar pela alegria na escola também é uma maneira de lutar pela mudança no mundo (Vieira Waldhelm, 2007).

Para muitos de nós o conhecimento tem grande valor e sabemos que o saber origina prazer. O conhecimento é a parte maior e mais significativa da cultura global. Na nova cultura acadêmica é necessário que os alunos compreendam isso. Conhecimento - a coisa mais interessante no mundo e é o poder intelectual do indivíduo. Conhecimento é o tesouro.

Qualquer área do conhecimento - história, espanhol, português, música, e especialmente física, química, biologia, ecologia, matemática entre outras - são, de par com a arte, uma parte imprescindível da cultura humana. Por esta razão, aprender um assunto leva a que o aluno ganhe riqueza cultural e poder mental e intelectual. O especialista também deve ser um profissional armado com os métodos e ferramentas para implementar com sucesso a sua futura profissão. Os cidadãos de vários países devem ter os conhecimentos profundos da cultura humana e da cultura da pesquisa. José Saramago, o Prêmio Nobel, considerava imprescindíveis os avanços científicos e defendia que, no nosso tempo, e com a tecnologia de que se dispõe, poderia vencer-se a fome, a miséria absoluta e a ignorância (<http://josesaramago.org/tag/ciencia>). O poeta Ivan Bunin (também Prêmio Nobel) escreveu: “Nós pouco vemos e sabemos. Mas a felicidade é para aqueles que têm conhecimento”.

Esperamos que os trabalhos deste número da Revista de Ensino das Ciências (JSE) possam ser usados nas actividades dos docentes e pesquisadores para os benefícios do ensino das ciências nos diferentes países.

BIBLIOGRAFIA

- L. Bevilacqua. Ciência, um bem para o engrandecimento do espírito. Em *Ensino de Ciências e Desenvolvimento: o que pensam os cientistas* (Org. J. Werthein e C. da Cunha) 2.ed.- Brasília: UNESCO, Instituto Sangari, 2009. pp. 201-206.
- A. Caruso Ronca. Uma agenda para o Brasil: o Plano Nacional de Educação e a questão da Formação Inicial e Continuada de Professores. Em A. Caruso Ronca, M. Neves Ramos (Coord). *DA CONAE AO PNE 2011 – 2020. Contribuições do Conselho Nacional de Educação* Fund. Santillana, Ed. Moderna, 2010, pp. 79-100
- M. Vieira Waldhelm. Como aprendeu ciências na educação básica quem hoje *produz ciência*?: o papel dos professores de ciências na trajetória acadêmica e profissional de pesquisadores da área de ciências naturais. Tese do título de Doutor. 2007. http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/11290/11290_1.PDF
- <http://josesaramago.org/tag/ciencia>

A. Cachapuz, Y. Orlik

Univ. de Aveiro/CIDTFF, Portugal; UNILA, Foz do Iguaçu, Brasil

Art and science: improving science teachers' interdisciplinary competences

Arte y ciencia: mejorando las competencias interdisciplinarias de los profesores de ciencias

ANTÓNIO F. CACHAPUZ

University of Aveiro/CIDTFF, Portugal, cachapuz@ua.pt

Abstract

This article presents a possible approach to exploring dialogical relationships between art and science in science teaching. After an overview of the epistemic similarities and differences between the so-called world of truth and that of beauty and emotion, details of the design and results of a workshop held with secondary science teachers aiming to raise their awareness and to improve their competences for the use of art/science interdisciplinary approaches in their teaching will be presented. The results suggest the value of these in service training initiatives. Implications for teacher education research are drawn.

Key words: art; science; inter-disciplinarity; teaching

Resumen

Este artículo presenta un enfoque dialógico posible para explorar las relaciones interdisciplinarias entre el arte y la ciencia en la enseñanza de las ciencias. Después de una visión general de las similitudes y diferencias epistémicas, se muestra el diseño y los resultados de un taller realizado con profesores de ciencias de secundaria sobre el uso del arte y de la ciencia en su enseñanza. Los resultados sugieren la importancia de este tipo de iniciativas en la formación en servicio de los profesores. También analizan implicaciones para la investigación en educación en ciencias.

Palabras clave: arte; ciencia; interdisciplinarietà; enseñanza

INTRODUCTION

Human history reveals several examples of the dialogue between science and art. For example: (i) the splendour of the stained glass windows seen in gothic churches, considered by many to be the most translucent and enduring form of monumental painting (ii) photography, only possible through chemical circumstance (the discovery of silver halides' sensitivity to light) (iii) metal alloys that enable us to appreciate the aesthetic of jewellery, enjoy sculptures or even the harmony and boldness of architectural artworks, public sculptures "representing the will of an era translated into space" (Mies van der Rohe, in Glancey, 2006, p.189) (iv) modern analytical techniques (UV radiation, Raman spectroscopy, infrared rays, fluorescence, X-rays...) used in the preservation and restoration of monuments and works of art (for example, Kabbani, 1997) (v) the chemistry of pigments in textile art, ceramic tiles, mosaics and artistic dishware (Travis, 1993; Delamore and Guineau, 2000) (vi) the use of the hydrochloric or nitric acids (the latter known in the artistic environment as *aqua fortis*) in the production of the artistic engravings, of which Rembrandt (17th Century) was an expert (Gabriel, 1987, p.26)" (vii) recent textbooks, for example (Parkinson, 2008), that focus on the relationship between surrealism and physics, specially quantum physics and its metaphysical implications, in the early 20th century, drawing attention to the common use of concepts and terminology from those two ways of perceiving the world (see Cachapuz, 2011) (viii) Interdisciplinary projects aiming at the popularization of a humanistic vision of science (Lira-da-Silva, 2006). The prediction is, in fact, that the dialogue between science and art will be deepened throughout the 21st century (Wilson, 2002).

EPISTEMIC ISSUES

Despite the various examples mentioned above, different epistemic perspectives in art and in science still prevail with consequences in the way both communities are institutionally organised and communicate. Table 1 shows a tentative summary of main aspects that unites and separate art and science, in particular science as marked by the positivist discourse.

The detailed analysis of each of the provisional aspects referred to in table 1 goes beyond the scope of the present paper. However, there are two key aspects that need to be taken in consideration: (i) The normative nature of the discourse is considered by many to be "the" criterion of separation between science and art, despite the fact that the developments in modern physics have led to a review of the notions of objectivity, causality and relationship

Table 1: Art and science: what unites and what separates them (provisional dominant aspects)

Criteria	Art	Science
Construction processes permeated by ruptures	Yes	Yes
Key cognitive devices: observation and creative imagination	Yes	Yes
Relationship subject/object	Emphasis on the subject	Exclusion of the subject
Normative nature of the discourse	No	Yes
Individual/group activity	Individual	Group (e.g. networks)
Language	Differentiated (including abstract, e.g. music)	Overvaluing mathematics
Acquisitions of one field by the other	Yes (e.g. electronic graphics)	Yes (e.g. technological objects)
Relationship with history	Timeless	Science destroys its past (Kuhn)
Naming of the object created	Not always (e.g. "Untitled" painting)	Often names the creator (e.g. Newton's laws...)

subject/object, that is "to consider uncertainty and indeterminacy as part of our ability to access knowledge" (Roth, 1993, p. 676), the same argument that inspired musical theories of composer John Cage (Fluxus movement) who made the indeterminacy of chance into a principle of composition. Indeed, the core objective of science is still to understand and explain the world, if possible using means that allow us to predict adequate alternatives for the situations we are faced with. The goal is always to seek "the" truth, or "more" truth or "another" truth, depending on the epistemic position in which we find ourselves. This is not the objective of art, for which the aesthetic emotion prevails. Kuhn (1989) focused on the sociological analysis of development patterns and objectives of these two areas of knowledge. Although he accepted that the similarities between science and art were a revelation, he emphasised that, in art, aesthetics is in itself the objective of the artwork whereas in science, it is still perceived as a tool (ii) In defence of what unites and not what separates both fields, one must refer what scientists, artists, philosophers or writers refer about the so-called "nascent states" and the role of key cognitive devices that art and science use, namely synergies between the creative imagination and observation. For example, two Nobel Prizes of Chemistry, Jean-Marie Lehn (in 1987) and Roald Hoffman (in 1981), draw attention to the similarity seen between art and science in the intellectual processes that lead to the synthesis of new molecules: "I believe that the creative process is not very different in art and in science. They both seek to explain a portion of the surrounding universe and, from that point of view, scientific activity is actually more trivial: the establishment of clearly defined parameters that enable the interpretation of the universe is easier than trying to question death or the end of love" (in Monteiro, 1987, page 7). Similarly, for Bachelard (1943) the "imagination is not what etymology suggests, i.e. the ability to form images of reality; in fact it is the ability to form images that transcend reality. It is an ability of super-humanity". As to the limits of observation, one must draw attention to

Matisse's point of view for whom "seeing is already a creative operation that demands an effort" with the one of the Nobel Prize of Medicine, François Jacob, who said that "in order to obtain a valuable observation, one must have a certain idea of what to observe. One must have already decided upon what is possible" (Jacob, 1985, p.28), is remarkable. On this subject, Plaza (1996) also considers that, "regarding the origin of the creative process the scientist does not differ from the artist, they just deal with different materials of the universe" (page 26). Koestler, in his acclaimed book "The act of creation" (1964), focuses on the creative process of renowned artists and scientists, fostering the idea that we are more creative when rational thinking is stopped and unconscious processes are valued. According to him, "the creative process is always a leap into the unknown, a dive into the depths. Verification only appears 'post factum', after the creative act is complete" (p. 330). According to François Jacob, "it should now be clear that none of the systems of thought are able to explain the world in all its aspects and details" (Jacob, 1985, page 11). For the neurophysiologist Damásio (1995), "Invention means choosing. Among the chosen combinations, the most fertile ones will normally be those formed by elements that were withdrawn from areas that are further apart from each other. This does not mean that I consider that in order to invent one must simply gather objects that are further apart from each other; most combinations formed this way would be completely sterile. However, some, among them, very rare, are the most fruitful of all" (p. 200). This is what the chemist Harry Croto did when he synthesised carbon 60 - buckminsterfullerene - inspired by the work of the high-tech architect Buckminster Fuller, who built geodesic domes (Kemp, 2000, p.5).

The examples mentioned illustrate how decisive the context of creation is both in art and in science, a dimension systematically undervalued or even omitted in scientific education because it does not fit into the strict scope of the positivist rationality.

These differences in epistemic perspectives between the two traditions, do not help to transpose the much needed art/science dialogue onto the science education curriculum, teacher education or school organisation. In my view, interdisciplinary teaching approaches bridging art and science are key strategic tools that may help to overcome the present situation. The fruitfulness of such an approach was recently emphasised by several authors, namely Cachapuz and Ferreira (2010), Essex and Roberts (2012) and Hohn and Harsch (2009). Nevertheless, several problems are usually raised by classroom teachers in particular the lack of adequate didactic materials, low experience to explore innovative teaching strategies and time demands of the science curriculum.

All these aspects call for an extensive effort in the development of science teacher education programs that give science teachers the opportunity to discuss ways to foster methodological pluralism, to adapt existing didactic materials to the profile of the science curricula and to construct new strategies.

THE WORKSHOP

Having in mind such constraints a four hour workshop was carefully designed in 2011 involving a group of 18 secondary physics and chemistry teachers participating in a volunteer basis. The teachers have different professional experience ranging from 4 to 27 years of teaching and came from 7 different Portuguese schools (at least two teachers in a same school). Most teachers were teaching in both low (12/14 years old students) and high (15/17 years old) secondary school classes.

After an introduction (stage 1; one hour) to the subject by the author exploring main aspects summarised in table 1, the teachers (team work) were involved (stage 2; 3½ hours) in several activities:

Plastic arts/paintings: The example explored was the painting by Joseph Wright of Derby (18th Century), "An experiment on a bird in the air pump", exhibited in the National Gallery, in London, about the study of the physics/chemistry of gases. Gorri and Filho (2009) published a useful text about this painting previously distributed to the participant teachers to support the discussion. Besides the specific contents (see table 2) the discussion allowed to explore the ethical dimension of science experiments and the rich historical context of the so called gas chemistry (role of Black, Cavendish, Boyle, among others).

Poetry: Two poems were explored: "Poema de ser ou não ser" from GEDEÃO (1990), pseudonym of professor/poet Rómulo de Carvalho, physics and chemistry teacher in a Portuguese secondary school, is of great interest for the elementary study of quantum physics.

(i) "Poem about being or not being" ("Poema do ser ou não ser"):

"Are they waves or corpuscles?/ Yes or no?/ Are they one thing or the other, or are they both things?/ Are they "or" or are they "and"?/ Or an everything that happens as if?/ They rapidly cross clearly defined orbits/ which only exist once they are crossed./ Rapidly. Could it be?/ Or perhaps they are not moving, which depends/ on the state of the beholder"

And, for the low secondary education, a poem about the properties of water:

(ii) "A lesson on water" ("A lição sobre a água"):

"(This liquid is called water/ When pure/ It is odourless, tasteless and colourless/ When reduced to vapour./ put under tension and high temperatures/ It moves the pistons of the machines which, for that reason,/ Are called steam engines /It is a good solvent/ though there are exceptions but in general terms/ Dissolves everything well, acids, bases and salts / Freezes at zero Celsius degrees / And boils at 100, when at normal pressure / It was in this liquid that on a warm summer night / Under a gummy and white camellia moonlight/ The corpse of Ophelia appeared floating / Holding a water lily in her hand").

Table 2 summarise the main aspects of the contents explored in the workshop.

Curriculum Context	Concepts explored	Activity	School level
Atomic structure	Duality wave/particle	Poem (i)	High secondary
Study of gases	Air composition; role of oxygen (combustion; respiration)	Painting	Low secondary
Properties of water	Physical properties; changes of state; boiling and freezing point	Poem (ii)	Low secondary

Table 2: art/science contents explored in the workshop

The activities took place in an adequate pedagogical environment and generally speaking all the teachers participated with enthusiasm. The activities were organised around several written questions: "Have you ever explored the interdisciplinarity between science and art in your teaching practice? If the answer is positive, give examples"; or "Carefully observe/read the situation that was proposed to you (e.g. a painting or poem). Together with your colleagues: (a) Identify the grade and curricular unit in which such teaching resources could be used with your students (b) Describe the guidelines of a teaching strategy that you believe could be used with your students, including: questions that should be asked; work strategies; time needed to complete the task."

At the end of the seminar the participant teachers were asked to express their written evaluation about, "the value of the workshop (strong and weak points) and possible implications for their teaching" (stage 3).

The answers made were analysed following content analysis procedures and were classified in two main categories: "Expected Difficulties" e.g., "The biggest difficulty was my lack of training"; "It involves more time to cover the program"; "Beneficial effects", e.g., "I feel now more confident"; "the examples may help me to revise my practice". One teacher wrote that "I already knew the poem but never thought to explore it in my teaching".

Many other examples could be explored such as the dramatization of the controversy regarding the discovery of oxygen by Lavoisier, Priestley and Scheele in the 18th Century, led the chemists Roald Hoffman (Nobel Prize of Chemistry) and Carl Djerassi (the father of the contraceptive pill) to write the play *Oxygen*, debuted in 2001 (see details in Greenberg, 2003, pages 198-199). Or movies (Grieg & Mikanen, 2009, mention 101 titles). Santos and Aquino (2011) present a study in which they show how scenes from the film "Perfume: The story of a murderer" (2006) were analysed with secondary school students for the study of the organic functions present in perfumes. Regardless of the choice made, it must be adapted to the teaching purposes, the teaching environment and the characteristics of the students.

My own perspective is that an adequate program of in service education along the main lines referred to above may help teachers to reconstruct another epistemic vision of knowledge, promote methodological pluralism, foster students interest for the study of science, deepen elements of the artistic culture of an era and value the history of science in context (it is due to the lack of historic contextualisation that science is, generally (and incorrectly), portrayed as a rhetoric of conclusions. These are not trivial issues.

RESEARCH PRIORITIES

One of the researcher's responsibilities is to create intellectual tools to ease the deconstruction of the dominant academic and educational discourse (at times ideologically rooted) regarding the disparity between art and science. This implies the change of attitudes of teachers as the results of this workshop suggest. However, this is not enough.

The development of adequate didactic resources is a priority. Without such resources, teachers at schools will hardly be able to rebuild the official curriculum. The answer to this problem should come in the first place from research in science education, through lines of research that are devoted to the development and assessment of didactic resources, possibly engaging various research centres through networks. But research in science education must not merely have academic quality; it must also be, as much as possible, relevant for the task of teaching and learning. This means that such lines of research on curricular development must involve partnerships with experienced and motivated teachers at schools in order to articulate the conception/ production/ assessment of didactic resources with the science curriculum. Through these partnerships the educational relevance of the research process will be enhanced and the subsequent mediation process (cascade process) with other fellow teachers will be eased.

Naturally, the intention is not to rewrite the whole curriculum. More modestly, the aim is to offer students some innovative experiences that may help them to promote a view of science culturally contextualised (Delizoicov, 2009), to reinvent their relationship with knowledge, allowing them to unify and confer coherence to the diversity of their representations and experiences with the world. It may also raise the students' interest to study science a matter of wide concern nowadays (Rocard report, 2007).

For many teachers it means having an opportunity to acquire an innovative vision of science teaching that separates them from the routine and the often bureaucratisation of their functions. This is not an easy task but it is within our reach.

ACKNOWLEDGEMENT

Support of the Fundação para a Ciência e Tecnologia/FCT and CIDTFF / Universidade de Aveiro, Portugal

BIBLIOGRAPHY

- Bachelard, G., *L'air et les songes*, Corti, Paris, 1943.
 Cachapuz, A., El Legado de Leonardo, *Educación Química*, 22(3), 198-202, 2011.
 Cachapuz, A.; Ferreira, P., Bridging art and science in science education, *Journal of Science Education*, 11(2), 60-63, 2010.
 Damásio, A., *O erro de Descartes*, Publicações Europa América, Lisboa, 1995.
 Delizoicov, D.; Angotti, J.; Pernambuco, M., *Ensino de ciências - fundamentos e métodos*, Cortez (ed), São Paulo, SP, 2009.

- Gedeão, A., *Novos poemas póstumos*, Sá da Costa, Lisboa, 1990.
 Delamore, F.; Guineau, B., *Colors: the story of dyes and pigments*, Discoveries, H.A. Publishers, New York, 2000.
 Essex, J.; Roberts, C., Painting a brighter picture: using art to enhance the learning of chemistry, *Journal of Science Education*, 13(2), 68- 70, 2012.
 Gabriel, M., A utilização dos ácidos na gravura artística, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 28, 26-28, 1987.
 Gorri, A.; Filho, O., Representação de temas científicos em pintura do século XVIII: um estudo interdisciplinar, *Química Nova na Escola*, 31 (3), 184-189, 2009.
 Grieg, M.; Mikanen, M., *101 important movies*, NY, Oxford Univ. Press, NY, 2009.
 Greenberg, A., *The art of Chemistry*, John Wiley, New Jersey, 2003.
 Glancey, J., *Arquitectura*, Civilização Editores, Porto, 2006.
 Hoffman, R.; Djerassi, C., *Oxigénio*, Teatro do Campo Alegre, Porto, Portugal, 2006.
 Hohn, L.; Harsch, G., Indigo and creativity: a cross-curricular approach linking art and chemistry, *School Science Review*, 90, 332, 2009.
 Jacob, F., *O jogo dos possíveis*, Gradiva, Lisboa, 1985.
 Kabbani, R., Conservation: a collaboration between art and science, *The Chemical Educator*, 2 (1), 1-18, 1997.
 Kemp, M., *Visualisations - the nature book of art and science*, Oxford Univ. Press, Oxford, 2000.
 Khun, T., *A tensão essencial*, Edições 70, Lisboa, 1989.
 Koestler, A., *The act of Creation*, Arkana Pinguin Books, London, 1964.
 Lerman, Z., Using the art to make chemistry accessible to everybody, *Journal of Chemical Education*, 80 (11), 1234 - 1243, 2003.
 Lira-da-Silva, R., *A ciência, a arte & a magia da educação científica*, Org. Lira-da-Silva, Salvador: Editora Universitária da UFBA, EDUFBA, 2006.
 Monteiro, J.S., Criatividade em arte, criatividade em ciência, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 28, 2-8, 1987.
 Parkinson, G., *Surrealism, art and modern science*, Yale, New H, CT, 2008.
 Plaza, J., Arte/Ciência, uma consciência, *Comunicações e Artes*, 19 (29), 24-33, 1996.
 Rocard, M., et al., High Level Group on Science Education, *Science Education Now: a renewed pedagogy for the future of Europe*, Brussels: European Committee, 2007.
 Roth, W. M., Heisenberg's Principle and Interpretative Research in Science Education, *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), 669-680, 1993.
 Travis, A.S., *The rainbow makers, The origin of the synthetic dyestuffs industry in western Europe*, Lehigh Univ. Press, Bethlehem, 1993.
 Wilson, S., *Intersection of art, Science and Technology*, MIT press, 2002.

Received 05-10- 2012/ Approved 29-04-2013

Uso de simulações como uma dinâmica diferente para quem aprende e para quem ensina: um estudo de caso

Using simulations as a different dynamic to learners and teachers: a case study

MARCELA FEJES ¹, MARIA GISLAINE PINHEIRO SALES ², MARÍA ELENA INFANTE-MALACHIAS ³

¹Cepema-Universidade de São Paulo, ²Escola Estadual João Paulo II, São Paulo.

³Escola de Artes Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, Brasil., fejes@cepema.usp.br, marilen@usp.br

Resumo

As principais reformas do ensino científico nas escolas fundamental e média no Brasil visam à educação científica do cidadão voltada para a compreensão das relações entre ciência, sociedade e tecnologia. A maioria dos professores conhece as ferramentas digitais, mas em geral, não consegue aplicá-las criativamente em ambientes que permitam saber como as pessoas aprendem. A partir de um projeto em que os estudantes de ensino médio foram autores de roteiros de simulações de ciências (www.labvirt.fe.usp.br), apresenta-se a seguir um estudo de caso que analisa a experiência de uma professora que trabalhou com seus estudantes a aplicação de uma simulação da área de ensino de química, na sala de aula. Na análise do registro escrito da professora, foram identificados elementos de gestão pedagógica crítica.

Palavras-chave: simulações em química, ensino de ciências, gestão pedagógica crítica.

Abstract

Major reforms of scientific teaching in elementary and middle schools in Brazil look forward towards citizen science education approaching an understanding of the relationship between science, society and technology. Most of the teachers know

about digital tools, but cannot apply them creatively in environments that allow them to know how people learn. From a project in which high school students were authors of science simulations scripts (www.labvirt.fe.usp.br), the experience that follows, is a case study that analyses how a teacher, could apply a simulation for chemistry teaching, with her students in the classroom. In the analysis of the teacher's written production, elements of critical pedagogic management were identified.

Key words: simulations in chemistry, science teaching, critical pedagogic management.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, observou-se um grande e acelerado processo de desenvolvimento em todas as áreas do conhecimento. A ciência e a tecnologia tornaram-se altamente produtivas e uma das consequências relaciona-se com o volume de informações geradas e a rapidez da sua produção e divulgação. Atualmente, a grande velocidade com que as informações são geradas e divulgadas supera a capacidade das pessoas de incorporá-las criticamente.

Este conflito impacta de maneira importante na escola e no ensino, em particular no ensino de ciências. O grande progresso da ciência e da tecnologia

está sendo acompanhado por mudança de paradigmas e reformulações de conceitos na área. No entanto, apesar das diversas perspectivas teóricas sobre o processo de ensino-aprendizagem que tentam inovar e considerar o aluno como sujeito ativo, um contrassenso ocorre dentro de espaços formais de ensino, como a escola e a universidade. De uma maneira geral, a imagem do professor como conhecedor de todas as respostas e transmissor de conhecimentos permanece inalterada para muitos dos atores do processo educativo (gestores, professores, estudantes). No entanto, hoje, na denominada sociedade do conhecimento, o professor não pode ser visto nem ver a si mesmo como mero transmissor de informações. O professor é fundamental para estimular a reflexão e o pensamento crítico, facilitar o aprendizado e instigar a inteligência e a autonomia dos seus estudantes (Freire, 1996).

Recentemente, Soares, Valentini & Rech (2011), indicaram que a gestão pedagógica, no cenário que descrevemos sucintamente acima, se relaciona hoje com a criação de estratégias, intervenções, orientações e processos de avaliação que levem em consideração o fluxo das diversas interações na aula e a visão que nos parece fundamental segundo estas autoras:

“... levando em consideração as dificuldades, os interesses, as habilidades e as condutas dos estudantes e de outros atores do processo. A gestão não está, portanto, centrada apenas na ação do professor, mas parte da análise do contexto, considerando o objeto do conhecimento, conceitos, conteúdos e formas adequadas que auxiliem a desenvolver processos cognitivos e procedimentais que levem à aprendizagem.” (Soares, Valentini & Rech, 2011, p. 41).

Na perspectiva destas autoras, o ambiente de aprendizagem é dinâmico e o papel tanto do professor quanto do aluno foge da repetição mecânica de um manual de procedimentos. Para Maturana (1992), na sala de aula, o professor desencadeia mudanças estruturais e perturbações nos seus estudantes. Segundo o autor, estas mudanças se originam a partir da vivência de um número de horas/aula semanais e neste tempo de “viver juntos” professor e estudantes criam um domínio de convivência, que todos os atores do processo educativo se ensinam mutuamente. Paulo Freire insiste nesta ideia que no processo educativo o professor é também um aprendiz das experiências e dos muitos conhecimentos dos seus estudantes (Freire, 1996).

Nesta visão do processo educativo e em particular para o ensino de ciências da natureza, não basta ao professor conhecer apenas os conteúdos de física, química, biologia e ciências da terra e do universo. Este profissional deve ter conhecimento daquilo que é produzido na didática das ciências da natureza, área que têm um forte e bem estruturado corpo de conhecimentos e que começou a se desenvolver há pelo menos duas décadas (Campos & Nigro, 1999).

A falta de conhecimento na didática das ciências da natureza e as dificuldades associadas à aprendizagem dos conteúdos de ciências (Fourez, 2003, Gil-Pérez, 2005, Lemke, 2006), fazem com que estudantes e, em muitos casos, também professores memorizem alguns conceitos básicos, sem compreendê-los, acumulando proposições isoladas carentes de sentido e sem estabelecer relações entre elas. Isto ocorre claramente quando, durante as aulas de ciências, os estudantes aprendem os conceitos de maneira fragmentada e descontextualizada. Para Camargo (1999), a grande limitação desta maneira de aprender, apenas por memorização, é que ela é pobre tanto no seu poder de reter as ideias acrescentadas quanto na aquisição de ideias novas, além de não permitir o uso do conhecimento adquirido para a resolução de problemas. Isto significa que o aluno que memoriza apenas os conceitos continua ignorando o seu verdadeiro significado, não chegando a compreender as consequências de processos importantes ou eventos associados a esses conceitos (mitose-meiose, energia, sistemas etc.) e, finalmente, não consegue relacionar esses conhecimentos com a vida diária.

Uma justificativa para diversificar os procedimentos didáticos em sala de aula

As atuais dinâmicas culturais, econômicas e sociais impõem desafios tanto aos sistemas educativos quanto às interações geradas na prática educativa do professor de Ciências. Estes desafios promovem a incorporação de novos elementos na realidade de jovens e crianças, como o fomento de uma aprendizagem para toda a vida (Delors, 1996) e o desenvolvimento de habilidades e competências básicas (criatividade, análise, síntese, trabalho em grupo, resolução de problemas), de modo que as informações e o conhecimento possam ser selecionados, interpretados, utilizados e aplicados, de uma forma crítica (Tedesco, 2003).

O professor poderia ser a ponte que vincula o conhecimento científico com o conhecimento da realidade que os estudantes têm dentro da escola e da sala de aula. Isto exige estar em constante atualização e contato com os seus alunos (Fejes *et al.*, 2007). Nesta perspectiva, é importante destacar que as principais reformas do ensino científico nas escolas fundamental e média no Brasil visam à educação científica do cidadão voltada para a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, na chamada

perspectiva CTSA (BRASIL, 1999). Para poder compreender estas relações é fundamental assumir que a tecnologia digital, neste momento, ultrapassou tanto os limites físicos dos ambientes de aprendizagem como a sala de aula e também os limites econômicos dos indivíduos, uma vez que, de maneira geral, as pessoas tem acesso a tecnologias de informação e comunicação, como celulares, IPODS, redes sociais na internet, e outros.

Estes novos espaços que se estabelecem por meio de tecnologias digitais geram possibilidades para criar novos espaços sociais de aprendizagem que, segundo Soares, Valentini & Rech (2011), favorecem as interações cognitivas em torno de um objeto de conhecimento. Neste cenário, as pessoas interagem mediadas pela linguagem, por uma interface gráfica a partir de estratégias pedagógicas intencionalmente utilizadas pelo professor. O foco não é a tecnologia *per se*, mas de que maneira a tecnologia pode ser utilizada para favorecer a ação protagonista tanto do professor quanto do aluno, favorecendo a comunicação, a expressão, a construção de vínculos entre sujeitos, conhecimento e realidade, isto é, nas palavras de Soares, Valentini & Rech (2011):

“... os recursos tecnológicos e as ferramentas de comunicação e de informação podem integrar ambientes de aprendizagem, mediando o processo educativo, a fim de que tarefas e atividades de aprendizagem sejam compartilhadas e realizadas de forma colaborativa, fazendo surgir redes de comunicação contendo diálogos e conversações” (p. 41).

Existe hoje um grande interesse em integrar a tecnologia nas escolas, no entanto, ainda temos pouca informação sobre os resultados de todo este investimento no processo de ensino/aprendizagem dos estudantes (Ottenbreit-Leftwich *et al.* 2012). Para Prensky (2001), atualmente, os estudantes podem ser chamados de “digitais nativos” e possuem mentes hipertextuais, com as estruturas cognitivas em paralelo e não sequenciais como a maioria dos seus professores. Ottenbreit-Leftwich *et al.* (2012) indicam que estudos relacionados ao uso que os professores fazem da tecnologia revelam que 74% deles a utiliza para verificar ou escrever atribuições escritas e 72% deles para pesquisas *on line* conduzidas. Aparentemente, os professores consideram que a tecnologia está associada à resolução de problemas instrucionais, e, na maioria dos casos, planejam pouco para que os estudantes aproveitem a tecnologia para diminuir processos de rotina e ampliar as possibilidades educativas.

Fica evidente que o uso da tecnologia permite rapidez e mais eficiência, porém não fica claro ainda como o uso da tecnologia favorece a transformação do processo de ensino, sendo que a maioria dos professores conhece as ferramentas, mas não consegue aplicá-las criativamente em ambientes que sejam mais consistentes em poder saber como as pessoas aprendem (Pellegrino, 2007).

Por estes motivos, a melhoria no ensino das ciências da natureza precisa da modificação da atitude do professor diante dos seus estudantes e diante do conhecimento. Para mudar a prática escolar, os objetivos curriculares e os materiais devem também mudar as políticas de avaliação e a formação do professor. Sem estas mudanças, as novas tecnologias levadas para as escolas só serão ferramentas a mais das práticas tradicionais e não produzirão nenhuma alteração significativa no processo educacional.

Por exemplo, o bom uso da tecnologia poderia permitir que os estudantes em vez de estar muito tempo realizando cálculos matemáticos ou fazendo gráficos, pudessem utilizar a tecnologia para comparar, resolver situações, predizer ou refletir sobre questões relacionadas com o senso comum. Um exemplo claro disto pode ser visualizado no uso de ferramentas colaborativas dentro do esquema do ensino para a compreensão (EpC) (Wiske, 1999; Wiske, 2004) ou nas propostas do *knowledge building* (Scardamalia & Bereiter, 2006).

Na visão do ensino para a compreensão, os estudantes são convidados a desenvolver a capacidade de usar seu próprio conhecimento de uma maneira diferente tomando consciência que os assuntos deverão ser compreendidos. Os docentes devem definir o que os estudantes deveriam aprender, organizando tópicos e propostas curriculares, e quais aspectos destes assuntos devem ser compreendidos. Também, devem definir as estratégias que vão usar para que eles compreendam e finalmente como avaliar se os estudantes conseguiram realmente compreender com avaliações diagnósticas contínuas do desempenho utilizando critérios diretamente vinculados com as metas da compreensão. Na prática, no caso do EpC, assume-se que o planejamento da aprendizagem deve contemplar simultaneamente: a definição clara dos objetivos de aprendizagem; a escolha de um tema gerador que permita o desenvolvimento das ideias até atingir os objetivos propostos; a proposição de atividades onde os estudantes tenham a oportunidade de aplicar e desenvolver os conhecimentos conforme os vão adquirindo; a criação dos critérios e instrumentos de avaliação que serão utilizados continuamente ao longo do processo; o uso da tecnologia para a criação de redes de trocas e melhorias de ideias. As atividades, coerentemente interligadas entre si, crescem em complexidade e aprofundamento, contemplando todos os aspectos indicados acima.

Como e o que ensinar usando objetos de aprendizagem

Uma maneira de introduzir a tecnologia na sala de aula é utilizando objetos de aprendizagem como as simulações. Como podemos definir o que são objetos de aprendizagem? Órgãos de padronização como o IEEE do *Learning Technology Standard Institute* dos Estados Unidos nomeiam de forma geral aos objetos de aprendizagem como “qualquer entidade, digital ou não, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o processo de aprendizagem que utilize tecnologia” (IEEE, 2000). Dessa maneira, os objetos de aprendizagem seriam um recurso digital que pode facilitar ou dar suporte ao processo de ensino - aprendizagem em alguma de suas etapas. Como eles podem ficar disponibilizados como materiais educacionais para o ensino, principalmente à distância, o professor pode pensar em como utilizar estes recursos na sala de aula com seus estudantes, com a possibilidade de serem reutilizados. Eles podem ser adaptados, atualizados ou rearranjados agregando valor ao objeto a partir de novas contribuições e reuso.

Além de pensar em que momento o professor vai usá-los, os objetos de aprendizagem podem ser readaptados para satisfazer diferentes usuários e podem ser utilizados como uma estratégia educacional que permita seu uso na forma individual ou coletiva, de acordo com a necessidade ou proposta do professor. Só ele decide quando e como utilizará com seus estudantes esta tecnologia (Wiley, 2000). A melhoria do Ensino de Ciências envolve também a ação didática do professor e a pesquisa da própria prática que poderá gerar um impacto no planejamento para a intervenção na aula e, consequentemente, na aprendizagem dos seus estudantes. Contudo, quando se pensa no uso da tecnologia e em particular de objetos de aprendizagem, é interessante contemplar não apenas as visões macro sobre as concepções de ensino e aprendizagem, mas também os aspectos práticos de como será organizada a sala de aula ou laboratório de informática para o uso dos recursos, que papel os estudantes, monitores e professores terão, se as atividades serão realizadas em grupo ou individualmente, se haverá registros das atividades, se serão utilizados outros recursos além dos objetos de aprendizagem, se os estudantes comporão portfólios etc.

Um dos argumentos usados por educadores e desenvolvedores para a baixa taxa de utilização de objetos de aprendizagem é que é difícil para o professor vislumbrar boas atividades e modos de utilizá-los. Nesse sentido, extrapolando a ideia de repositórios de objetos de aprendizagem, passaram a ser construídos repositórios de atividades de aprendizagem que fazem uso de objetos de aprendizagem (Buzza *et al.* 2004). Dessa maneira, a lista dos objetos de aprendizagem é acompanhada por um planejamento de aprendizagem, com a sequência das atividades que serão propostas para o uso de um determinado objeto e uma lista com os recursos necessários para que o desenho da proposta de aprendizagem tenha sucesso. Nesta perspectiva, aparecem novos desafios para o Ensino de Ciências e nos parece apropriado investigar as estratégias que os professores devem desenvolver para aproximar-se dos seus estudantes. Desta forma, verificar como os professores podem planejar de forma diferente, como podem avaliar o desempenho dos seus estudantes por meio de outras ferramentas e de que maneira o professor pode se beneficiar tendo como base estas práticas na educação cotidiana.

METODOLOGIA

Para investigar de que forma uma professora da área de Química fez uso de uma simulação e os seus estudantes e de que forma avaliou o seu trabalho e as atividades dos seus estudantes, escolhemos o estudo de caso (Bogdan & Biklen, 1999). Nesta perspectiva, acompanhamos o trabalho de uma professora de química durante as atividades do projeto Labvirt Química, por meio de registros escritos, reflexões, gravações e avaliações da professora, assim como do caderno de campo das pesquisadoras.

Descrevemos a avaliação que a professora fez sobre como os seus estudantes trabalharam utilizando uma simulação na área da Química relacionada com os conteúdos que ela pretendia abordar com eles. Para tanto, a professora planejou uma atividade que evidenciasse de que forma os estudantes interagem com a simulação. A atividade foi planejada para duas aulas de cinquenta minutos com estudantes do 2º ano de ensino médio (estudantes com idades entre 15 e 16 anos no Brasil). O planejamento das atividades foi realizado utilizando um repositório de simulações na internet, e a simulação escolhida pelo seu conteúdo conceitual foi: “Sua joia é verdadeira?”; ver em anexo a **figura 1**, disponível *on line* em:

(www.labvirt.fe.usp.br, www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_joias.htm).

Um dos objetivos planejados para os estudantes era que estes reconhecessem a situação problema na simulação e pudessem interagir com a mesma tentando uma solução através do conhecimento teórico e da aplicação de conceitos químicos.

A professora, ao fazer o planejamento, elaborou uma planilha para as atividades dos estudantes, que explicitava claramente tanto os objetivos quanto as atividades que deviam ser desenvolvidas (ver em anexo **Tabela 2**). Ela também utilizou rubricas de avaliação (Andrade, 2000) para que os seus estudantes autoavaliassem o seu aprendizado, considerando que conhecer como eles avaliam o processo de aprendizagem enriqueceria a sua prática.

A partir da nossa leitura dos registros realizados pela professora, propomos quatro categorias para caracterizar o perfil dela quanto à gestão da sua prática ao utilizar a simulação com os seus estudantes. Estas categorias de codificação foram elaboradas pelas autoras deste texto, a partir da interpretação dos registros escritos mencionados acima e de alguns referenciais teóricos. A categorização buscou gerar indicadores que pudessem ajudar a identificar elementos de uma gestão pedagógica crítica desta professora em particular.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Organizar alguns dos comentários da professora em várias categorias facilitou a interpretação de seu papel no desenvolvimento de uma atividade que para ela representou um desafio na prática profissional. Esta categorização poderia permitir também comparar estes resultados com novos momentos dela, outros contextos de uso de ferramentas digitais ou com experiências parecidas de outros docentes.

Desta forma, as categorias empíricas propostas a partir do registro da docente foram:



Figura 1: Imagens da simulação “Sua joia é verdadeira?”.
(www.labvirt.fe.usp.br, www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_joias.htm)

1. **Compreensão contextual da avaliação:** Na qual se percebe que a docente ampliou seu conceito de avaliação para uma visão tanto do desempenho dos estudantes, como do processo e da sua própria atuação.
2. **Competência disciplinar:** A docente revela na atividade proposta ter formação consistente na sua área de atuação disciplinar dentro de uma área científica e identifica as dificuldades conceituais dos estudantes.
3. **Competência dialógica:** A docente recorre ao diálogo com os estudantes na construção do conhecimento. Nesta categoria identificamos duas subcategorias:
 - a. **Estímulo ao desenvolvimento cognitivo:** quando o docente estimula o pensamento dos seus estudantes, a resolução de problemas e proposta de alternativas e não apenas a memorização;
 - b. **Estímulo ao desenvolvimento emocional:** quando através do diálogo se oferece a oportunidade do aluno trabalhar junto com os seus companheiros e desenvolver a autonomia, enfrentando situações que exigem a tomada de decisões para o amadurecimento pessoal e do grupo.
4. **Habilidade didática:** Esta categoria revela que a docente possui e utiliza seus conhecimentos didático-pedagógicos que lhe permitem desenvolver seu trabalho com autonomia e criatividade. Também nesta categoria propomos duas subcategorias:
 - a. **Reflexão sobre a própria prática:** no registro escrito, o professor analisa o seu trabalho, percebe a sua importância e reorienta as inadequações.
 - b. **Reflexão sobre a natureza das dificuldades:** o professor percebe e registra as diferentes naturezas das dificuldades apresentadas por seus estudantes e, com esta informação, pode intervir e adaptar ou reorientar as atividades.

Os comentários da professora revelam a forma como ela se envolveu na atividade proposta de maneira crítica, propondo e planejando as atividades, elaborando estratégias, avaliando o processo e não o produto, refletindo e tornando os estudantes atores protagonistas do processo, intervindo e reorientando não apenas os estudantes e sim a própria prática educativa. Nesta situação, torna-se evidente que a professora assumiu para si a gestão pedagógica nos termos propostos por Soares, Valentini & Rech (2011).

A tabela a seguir (**tabela 1**) mostra exemplos de comentários da professora que permitiram propor as categorias de codificação. Interpretamos, a partir destes comentários, que alguns elementos presentes indicam uma postura que claramente se distancia do papel apenas de transmissor de conceitos. Nesta perspectiva e da forma que sugerem Freire (1996); Soares, Valentini & Rech (2011); Wiske, (1999, 2004) E Scardamalia, (2006), entre outros autores, o professor deve assumir a gestão da sua prática educativa de maneira consciente para que da mesma forma que seus estudantes aprendam, ele também possa aprender. A intervenção e a práxis do professor de Ciências nesta visão podem ser caracterizadas como uma prática educativa de gestão pedagógica crítica.

A tentativa de propor categorias para analisar o registro da professora de química é uma atividade de interpretação nossa e certamente outras leituras podem ser realizadas, no entanto, o relevante aqui é que ao trabalhar com a simulação, tanto estudantes como professores podem assumir um papel ativo e a dinâmica do espaço de aprendizagem muda favorecendo a participação, a colaboração e o protagonismo de professor e do aluno. Esta situação em aulas de Ciências pode melhorar a relação que os estudantes têm tanto com o conhecimento quanto com a escola.

Com a utilização de objetos de aprendizagem, como uma simulação, o professor melhora sua visão e seu conhecimento do processo de ensino-aprendizagem dos seus estudantes, e também percebe novas e melhores abordagens para o ensino, isto é, ele reflete sobre como ensinar e aprende ao ensinar. A diversificação de alternativas ou estratégias do professor o torna um docente que permanentemente se questiona sobre a sua prática, desta forma, toda aula é sempre nova e motivadora não apenas para o aluno, principalmente para ele. Por outro lado, sendo os recursos tecnológicos de domínio dos estudantes, vale a pena que o professor se anime a entrar neste universo, pois a mudança de atitude poderá gerar interesse e colaboração da parte dos estudantes. Neste aspecto, cabe destacar que o professor não precisa criar objetos de aprendizagem e acrescentar mais uma atividade à sua tarefa da vida, uma vez que existem muitos repositórios e locais *on line* que disponibilizam estes recursos.

Outro aspecto a destacar é que o ensino de ciências pode deixar de parecer sem sentido para os estudantes, pois quando os assuntos e atividades se vinculam diretamente com a vida deles, a ciência se aproxima do universo deles. Finalmente, a aula se transforma em um lugar de aprendizagem mútua, de diálogo criativo e inteligente e de possibilidades de transformação social, ao dar responsabilidade e voz ao aluno.

Tabela 1: Categorias e subcategorias propostas a partir de diversos comentários de uma professora de Química que indicam uma postura de gestão pedagógica crítica.

CATEGORIA	Exemplos de comentários da professora
I. Compreensão contextual da avaliação	Após realizarem a atividade individual, percebi a dificuldade de alguns estudantes em perceber qual era a situação problema, outros em ler e interpretar o que estava sendo pedido, ou de preencher a tabela.
II. Competência disciplinar	Outra dificuldade foi que muitos não compreenderam o conceito de densidade, apesar de saber realizar os cálculos.
III. Competência dialógica	Ao visualizar todas essas dificuldades, discuti com os estudantes a respeito de quais eram os objetivos das simulações, e que para elaborar uma simulação eles deveriam pesquisar muito e compreender a importância da simulação ser atrativa.
a. Estímulo ao desenvolvimento cognitivo.	
b. Estímulo ao desenvolvimento emocional.	Discuti com os estudantes a respeito ter uma situação problema real, e compreender bem os conceitos relacionados com seu tema, para assim poderem realizar juntos suas próprias simulações.
IV. Habilidade didática	Para mim foi importante a realização desta atividade, pois pude perceber quais eram as dificuldades dos estudantes ao interagirem nas simulações e intervir.
a. Reflexão sobre a própria prática.	
b. Reflexão sobre a natureza das dificuldades.	As dificuldades dos estudantes: leitura e interpretação, preenchimento de tabelas, compreensão do que é uma situação problema.

Para pensar nesse planejamento, que muda a dinâmica do processo de ensino-aprendizagem, o docente deve ter informações em relação a: conteúdos que ele quer que sejam abordados (área de conhecimento, assunto, objetivos de aprendizagem); público alvo (idade, grau de escolaridade, conhecimentos prévios, motivação); processo (tarefas do aprendiz, atividades cognitivas requeridas, abordagem instrucional).

O docente deve considerar que trabalhar utilizando estes recursos é diferente de uma aula tradicional centrada na voz e nas atividades do professor e dessa forma, faz parte deste processo planejar em que momento e para que objetivo ele utilizará um objeto de aprendizagem, que pode ser uma simulação, além do tempo que ele dispõe para realizar essa atividade e como avaliar o processo.

Uma simulação, como objeto de aprendizagem para os estudantes, pode ser utilizada na sala de aula como "tema gerador" de uma discussão que levará o aluno a indagar sobre alguns conceitos. Desta forma, o professor poderá introduzir o conceito químico a partir das perguntas ou proposições que os estudantes fizerem. Assim, o professor pode a partir do uso de uma simulação promover atividades que efetivamente permitam que o estudante aprenda para a compreensão do tema da aula, das suas relações e da sua inserção como sujeito no mundo (Maturana, (1992); Freire (1996); Scardamalia, (2006); Wiske, (1999, 2004); Soares, Valentini & Rech (2011)). Estas atividades contribuem para motivar os estudantes; permitir visualizar alguma situação em particular ou induzir alguma reflexão; incentivar processos dedutivos ou usar a simulação para discutir algum assunto; promover a exploração, explicação, exercitação ou aplicação de um determinado conceito; desenvolver estratégias para trabalhar problemas abertos; avaliar um conceito ou alguma habilidade; favorecer a integração de conhecimentos; confrontar concepções inadequadas; ajudar a monitorar a compreensão, ajustar estratégias e favorecer a colaboração entre os estudantes se as atividades são planejadas intencionalmente para essas finalidades.

CONCLUSÕES

Uma forma de repensar a natureza do trabalho do professor em sala de aula é contribuir para que ele se perceba e atue como um intelectual transformador (Giroux, 1997) e não apenas como um técnico que executa as ideias de outros. Para este autor nenhuma atividade humana, não importa o quão de rotina seja, pode ser abstraída do pensamento. Assim, o professor pode atuar como um intelectual e não como técnico aplicador de estratégias pensadas por outros. Esta postura é uma mudança de cultura urgente diante da crise da escola e da crise do ensino de ciências, discutido inúmeras vezes por destacados investigadores da área do ensino de ciências como Fourez, (2003); Lemke, (1996); Praia *et al.* (2007), entre outros.

Essa mudança de cultura precisa ser alavancada e sustentada por casos de sucesso e por material que facilite o processo de adoção, por parte de professores e instituições, de objetos de aprendizagem. É essencial que professores, coordenadores e diretores tenham à mão material que facilite o acesso aos recursos tecnológicos, como simulações, demonstrações, planilhas de acompanhamento, entre outras.

Por outro lado, é preciso resgatar este hábito de escrever sobre a própria prática como observado nos documentos do registro da experiência da professora de química, tendo em vista que além da possibilidade de uma reflexão mais sistemática, o texto permite a leitura e releitura, gerando interpretações e novos questionamentos do próprio autor. O texto escrito se transforma também em objeto de análise, isto significa que a elaboração e a leitura dos registros surgidos, por exemplo, a partir das anotações do professor ou das rúbricas dos estudantes, pode transformar a prática docente em objeto de pesquisa e reflexão para o próprio docente, enriquecendo a sua formação em exercício.

Existe a necessidade de que tanto estudantes e profissionais quanto o público em geral tenham a possibilidade de acesso e uso da tecnologia, não apenas do ponto de vista técnico, mas do ponto de vista de novas formas de pensar. De acordo com Lévy (1993), todos os recursos tecnológicos disponíveis hoje aparecem como novas tecnologias intelectuais. Na perspectiva particular do Ensino de Ciências, a tecnologia além de contribuir para que os estudantes compreendam melhor os conceitos científicos básicos pode contribuir também na formação de cidadãos educados cientificamente e humanizados, que assumam uma perspectiva ética e o exercício da reflexão crítica (Freire, 1996).

BIBLIOGRAFIA

- Andrade, H.G. Using rubrics to promote thinking and learning. *Educational Leadership*, 57 (5): 13-18, 2000
- Bogdan, R; Biklen, S. *Plano de Investigação: estudos de caso. Investigação Qualitativa em Educação*. Porto Editora, Portugal, 89-97, 1991.
- Brasil. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnologia, Brasília, 1999.
- Buzza, D.C., Bean, D., Harrigan, K; Carey, T. Learning Design Repositories: Adapting Learning Design Specifications For Shared Instructional Knowledge. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 30 (3), 2004.
- Camargo, S. S. de. *O Ensino da Biologia Molecular em Faculdades e Escolas Médias de São Paulo: Avaliação e Implementação de Estratégias para a Aprendizagem com Significado*. Projeto de Pós-Doutorado, IB-USP/FAPESP, 15pp, 1999.
- Campos, M.C; Nigro, R.G. *Didática de ciências: O ensino aprendizagem como investigação*. FTD, 1999.
- Delors, J. (Comp.) *Learning: The treasure within*. Report to UNESCO of the International Commission of Education for the Twenty-first Century. UNESCO, 1996.
- Fejes, M., Navas, A.M; Nunes, C.A.A. *Simulações de Química criadas por professores e estudantes de ensino médio. Em Informática na Educação: elaboração de objetos de aprendizagem*. Organizadores C.R.Lopes, M.A. Fernandes. Uberlândia, EDUFU, 75-99, 2007.
- Fourez, G. *Crise no ensino de Ciências*, Investigações em Ensino de Ciências, V 8(2), 109-123, 2003.
- Giroux, H. A. *Professores como Intelectuais Transformadores*. In: *GIROUX, Henry A. Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997, 157-164.
- Freire, P. *Pedagogia da Autonomia*. São Paulo: Paz e Terra (34ª edição), 1996.
- IEEE Learning Technology Standard Committee (LTSC). In: WG12 - Learning Object Metadata. Disponível em <http://ieeeltsc.org/> Acesso em: (17/08/2012), 2000.
- Lemke, J. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 2006.
- Lévy, P. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro, 34, 1993.
- Maturana, H. *Emociones y lenguaje en educación y política*. Santiago: Hachette-CED, 1992.
- Ottobreitewich, A.T, Brush, T.A., Strycker, J., Gronseth, S., Roman, T., Abaci, S., Van

- Leusen, P., Shin, S., Easterling, W; Plucker, J. Preparation versus practice: How do teacher education programs and practicing teachers align in their use of technology to support teaching and learning? *Computers & Education*, 59, 2012.
- Pellegrino, J.W., Goldman S.R., Bertenthal, M. & Lawless, K. *Teacher Education and Technology: Initial results from "What Works and Why" Project*. Yearbook of the National Society for the Study of Education, 106:issue 2, 52-86, 2007.
- Praia, J., Gil Perez, D; Vilches, A. The role of the Nature of Science in citizen's education. *Ciência & Educação*, 13 (2), 141-156, 2007.
- Prensky, M. *Digital natives, digital immigrants*. On the horizon, 9(5), 1-6, 2001.
- Scardamalia, M; Bereiter, C. *Knowledge Building: Theory, Pedagogy and Technology*. In: K. Sawyer (ed) *Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, NY Cambridge University Press, 97-118, 2006.
- Soares, E.M.S., Valentini, C.B; Rech, J. Convivência e aprendizagem em ambientes virtuais: uma reflexão a partir da Biologia do conhecer. *Educação em Revista*, 27 (3), p. 39-60, 2011
- Tedesco, J.C. *Los pilares de la educación del futuro*. En: Debates de educación Fundación Jaume Bofill; (Barcelona) UOC. <http://www.uoc.edu/dt/20367/index.html>, 2003.
- Wiley, D.A., *Connecting learning objects to instructional design theory*. In The instructional use of learning objects. D.A. Wiley, Ed., 1-35, 2000
- Wiske, M.S. *La importancia de la Comprensión en La Enseñanza para la Comprensión*. Paidós: Buenos Aires, 21 -34, 1999.
- Wiske, M.S. *A new culture of teaching for the 21st century*. Harvard Education Letter. (learnweb.harvard.edu), 2004.

ANEXOS

Tabela 2: Planilha de trabalho para os estudantes sobre a atividade de uso da simulação "Sua joia é verdadeira" disponível em: http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_joias.htm

ATIVIDADE DE QUIMICA: SIMULAÇÃO DO LABVIRT			
TITULO: SUA JOIA E VERDADEIRA?			
Nome: _____ nº ____ Serie: 2º D Data _____			
Objetivo: Conhecer a simulação do LABVIRT, reconhecer nela a situação problema e interagir tentando solucionar este problema através dos conceitos químicos.			
1. Qual e a situação problema descrita; nesta simulação?			
2. Qual e a sugestão dada pelo vendedor para resolver o problema?			
3. Qual o volume de água que você colocou na proveta?			
Na amostra 1 =			
Na amostra 2 =			
Na amostra 3=			
4. Qual jóia você escolheu?			
<input type="checkbox"/> broche de alfinete		<input type="checkbox"/> broche de gravata	
<input type="checkbox"/> broche de borboleta		<input type="checkbox"/> colar	
5. Qual a massa que você escolheu para a sua jóia?			
Na amostra 1: <input type="checkbox"/> 25g <input type="checkbox"/> 50g <input type="checkbox"/> 75g <input type="checkbox"/> 100g			
Na amostra 2: <input type="checkbox"/> 25g <input type="checkbox"/> 50g <input type="checkbox"/> 75g <input type="checkbox"/> 100g			
Na amostra 3: <input type="checkbox"/> 25g <input type="checkbox"/> 50g <input type="checkbox"/> 75g <input type="checkbox"/> 100g			
6. Você devera realizar três testes mudando apenas a massa e o volume e preencher a tabela abaixo.			
Obs. Não pode mudar de jóia (de amostra)			
Amostra	Massa (g)	Volume (mL) (variação de volume)	Densidade (g / mL)
1			
2			
3			
1. Qual é o metal de sua jóia?			
2. A amostra que você escolheu é uma jóia preciosa ou uma bijoux?			
3. O que você entendeu que é densidade?			

Avaliação do currículo português de ciências físicas e naturais: o que pensam os professores?

Evaluation of the Portuguese curriculum of physics and natural sciences: what do teachers think?

TORRES, J.¹, VASCONCELOS, C.²

¹ Centro de Geologia da Universidade do Porto, ² Faculdade de Ciências/Centro de Geologia da Universidade do Porto, Portugal, jmstorres@gmail.com, cvascon@fc.up.pt

Resumo

As atuais exigências conceptuais do domínio tecnológico e científico determinam que a aprendizagem das ciências promova o desenvolvimento de competências diversas como, por exemplo, o espírito crítico e a autonomia. O atual currículo português de ciências físicas e naturais do 3º ciclo do ensino básico, implementado em 2001, reforça a necessidade de desenvolvimento dessas competências, sugerindo metodologias e estratégias apoiadas numa perspectiva de ensino orientada para a investigação (*inquiry based-teaching*). Integrado num estudo de caso realizado numa escola do distrito do Porto (Portugal), a presente investigação visa analisar de que forma 14 professores, 7 de ciências naturais (CN) e 7 de ciências físico-químicas (CFQ), interpretam, avaliam e implementam as orientações curriculares. O artigo apresenta o posicionamento destes participantes através da análise de um questionário e das análises de conteúdos às respostas obtidas em entrevistas individuais e semi-estruturadas. Os professores consideraram existir um certo desajustamento entre o que é preconizado nas orientações veiculadas pelo Ministério da Educação e o que realmente conseguem aplicar em sala de aula, evidenciando um afastamento relativamente aos pressupostos de um ensino dirigido para a investigação.

Palavras-chave: currículo de ciências, competências, ensino orientado para a investigação, avaliação, estudo de caso.

Abstract

The technological and scientific conceptual demands of the contemporary world require science teaching to promote the development of different competences like critical thinking and autonomy. The current Portuguese sciences curriculum, implemented in 2001, reinforces the need to develop these competences and suggests an inquiry approach. In the scope of a case study performed in a school of Oporto district (Portugal), the present research analysis how 14 science teachers (7 natural sciences teachers and 7 physics and chemistry teachers) evaluate the implementation of the sciences curriculum. The article presents the position of these participants through the analysis of answers to questionnaires and the content analysis of individual and semi-structured interviews. A certain disparity between what is written in the curriculum by the Ministry of Education and teachers' practices reveals that teachers' methodologies are quite far from an inquiry approach.

Key-words: sciences curriculum, competencies, inquiry approach, evaluation and case study.

INTRODUÇÃO

Tendo em consideração o contexto científico da sociedade em que vivemos, impõe-se de forma crescente a necessidade de formar indivíduos cientificamente literatos. Este imperativo justifica que a Educação em Ciências tenha um papel crucial na sociedade moderna, quer por razões culturais, quer democráticas, quer económicas (Sjøberg & Schreiner, 2010). Podemos encarar a cultura científica em termos do desenvolvimento cultural dos cidadãos, mas também como condição para o desenvolvimento económico e inovação, imprescindível numa economia global baseada no conhecimento e competitividade, e orientada para a tecnologia (Sjøberg & Schreiner, 2010). Tal como refere Guimarães e colaboradores (2006), uma educação em ciências naturais que não considere as relações Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente comete a imprudência de negligenciar a educação e a própria cidadania. Apesar de toda a importância da educação em ciências, assiste-se a um decréscimo do número de alunos a optar por carreiras científicas (European Commission, 2004), havendo estudos que demonstram que o ensino das ciências apresenta lacunas em diversas dimensões (Sjøberg & Schreiner, 2010). Estudos indicam também que o nível de literacia científica na Europa, em geral, é baixo (European Commission,

2004; Freire et al., 2011), sendo de realçar que, qualquer que seja a carreira profissional pretendida pelos estudantes, todos precisam de ser educados para serem consumidores críticos do conhecimento científico (Osborne & Dillon, 2008). Assim, os indivíduos devem ser capazes de se adaptarem aos desafios de um mundo em permanente alteração, tomando decisões responsáveis e baseadas em conhecimento científico (Holbrook & Rannikmae, 2009). A escola deve ter um papel essencial na formação de indivíduos responsáveis, críticos e informados, de forma a garantir que se aprenda o que se vai precisar, pessoal e socialmente, para uma boa integração social e que se faça um uso adequado dos conhecimentos (Almeida & César, 2007; Roldão, 2008). Surgiu, assim, a necessidade de organizar o currículo para o desenvolvimento de competências, ou seja, em concebê-lo para que se construam conhecimentos que forneçam a base para aprender ao longo da vida e que permitam o desenvolvimento de competências que facultem uma análise crítica do que nos rodeia, a tomada de decisões e a resolução de problemas. Não se pretendia com este currículo relativizar o conhecimento conceptual, mas desejava-se uma apropriação sólida e ampla dos conteúdos e que estes fossem mobilizados de forma integrada, face às diferentes situações e contextos (Roldão, 2008; Leite, 2003). De facto, o currículo português de ciências físicas e naturais foi estruturado de acordo com objetivos particulares ao nível dos conteúdos, mas também ao nível de novas metodologias de ensino e aprendizagem, tendo em consideração as recomendações europeias (Freire et al., 2011). Assim, são sugeridas uma panóplia de estratégias e metodologias que se enquadram numa perspectiva de ensino orientada para a investigação (EOI), do inglês *inquiry-based learning (IBL)*, que favorecem um envolvimento ativo individual dos estudantes e a criação de situações que facilitem uma construção pessoal de conhecimento efetivo mediado pela interação social. De acordo com esta perspectiva, o professor deve, então, ser responsável por criar situações que estimulem e facilitem a aprendizagem do aluno, sendo este ativo no seu enriquecimento, tornando-se capaz de compreender e atuar na realidade social (Predebon & Del Pino, 2009). A implementação desta perspectiva de ensino já mostrou a sua eficiência a nível internacional, contribuindo para o aumento do interesse e motivação dos estudantes (Vasconcelos et al., in print). Um estudo português baseado na análise documental dos currículos dos 19 países da OCDE que obtiveram melhores resultados do que Portugal no PISA 2009, relativamente à literacia científica, mostrou que todos recomendavam um Ensino por Investigação no ensino e aprendizagem das ciências (Amador, et al., in print). Fogleman e colaboradores (2011) referem que o envolvimento ativo dos alunos na investigação em ciência é um fator preponderante na aprendizagem efetiva de conceitos científicos chave e que os professores necessitam de possuir experiência na implementação de um currículo orientado para a investigação, de modo a contribuir de forma positiva na aprendizagem dos alunos. No entanto, os professores portugueses mostram-se muitas vezes relutantes em alterar as suas práticas, apresentando razões, como a extensão do currículo e as atitudes negativas dos alunos perante a ciência, como pretexto para não alterarem as suas práticas e metodologias de sala de aula (Galvão, et al., 2011). No entanto, os professores são peças fundamentais na renovação do ensino das ciências, sendo as suas decisões fulcrais nas experiências educativas dos alunos (European Commission, 2007; Fogleman et al., 2011). De facto, o professor deve ser reconhecido como sujeito fundamental nas mudanças que ocorrem na educação escolar e não como um mero apêndice das reformas educacionais (Torres, 1998 citado por Guimarães et al., 2006; Guimarães et al., 2006). O professor deve assim ser capaz de superar obstáculos relacionados com as suas crenças pessoais e profissionais, sendo as inovações fruto de reflexão sobre a ação e não apenas tentativas pontuais de se adequar a orientações externas. Por outro lado, mudanças educacionais requerem um esforço conjunto de professores, escolas e de um substrato político, comprometido com a justiça social (Guimarães et al., 2006).

Neste âmbito, torna-se fundamental compreender de que forma é que os professores portugueses interpretam e implementam o currículo de ciências, analisando quais as dificuldades com que estes se deparam. Diversos trabalhos referem a necessidade de melhoria nas escolas, essencialmente a nível de três parâmetros: (i) o próprio currículo - *o que se ensina*; (ii) o estudante e suas especificidades - *para quem se ensina*; (iii) a metodologia de ensino - *como se ensina* (Rodrigues & Furtado, 2011), sendo que a interligação dos três é feita pelo professor, o mediador de todo o processo. Nesta perspetiva, os resultados que se apresentam, e que integram um estudo de caso inserido num projeto de investigação que pretende avaliar o currículo português de ciências físicas e naturais do 3º ciclo do ensino básico, traduzem a opinião de 14 professores de uma escola do norte de Portugal relativamente à implementação das referidas orientações curriculares e deixam transparecer as preocupações e ansiedades relativamente ao pretendido, ao alcançado e ao futuro da educação em ciências neste nível de ensino.

METODOLOGIA

Um estudo de caso focaliza-se na investigação de um fenómeno actual no seu próprio contexto, procurando responder a questões de “como” e “porquê” (Yin, 2003; Carmo e Ferreira, 2008). Yin (2003) define estudo de caso como uma investigação empírica que investiga um fenómeno contemporâneo no seu contexto real, quando as fronteiras entre o fenómeno e o contexto não são claramente evidentes, sendo usadas fontes múltiplas de dados. O presente trabalho reflete o posicionamento de professores que participaram num estudo de caso que se insere num estudo de caso múltiplo. Pretendia-se compreender aprofundadamente a complexidade de relações e de factores que interferem com a interpretação e implementação do currículo nacional e os seus impactos a nível das aprendizagens esperadas para os alunos. Assim, realizaram-se diversos estudos de caso em diferentes escolas de Portugal, tendo-se recolhido informação diversa apoiada em múltiplos instrumentos e variados participantes (alunos, professores, diretores escolares).

Os resultados apresentados neste artigo referem-se apenas à análise do pensamento de 14 professores que acederam colaborar no estudo de caso na região norte do país, procurando-se encontrar algumas respostas que possibilitem a reorientação e redefinição do ensino das ciências em Portugal.

Instrumento

A equipa de investigação desenvolveu e validou um questionário e um guião de entrevista semi-dirigida referentes à opinião e interpretação dos professores de CN e de CFQ do currículo e à forma como o aplicam em sala de aula. O questionário foi elaborado após uma análise de conteúdo apoiada na revisão de literatura da especialidade e submetido para apreciação de um painel de especialistas constituído por cinco professores do 3º ciclo do ensino básico habituados a leccionarem os conteúdos curriculares de ciências em análise. As recomendações do painel foram analisadas e incorporadas tendo sempre presente as finalidades da aplicação deste instrumento de investigação. Um elemento da equipa de investigação realizou as entrevistas semi-estruturadas, pois pensou-se ser a melhor maneira de clarificar algumas das respostas dos professores ao questionário. As questões, assim como o questionário, debruçaram-se sobre o entendimento dos professores relativamente à implementação do currículo de ciências no 3º ciclo do ensino básico. O questionário continha 15 questões fechadas, 9 semi-abertas e 4 abertas e o guião 56 perguntas que orientavam o desenrolar da conversa, permitindo que o entrevistador colocasse nova questão, se pertinente e relevante face aos comentários do professor entrevistado.

Amostra

O questionário e as entrevistas foram aplicados a 14 professores (7 de CN e 7 de CFQ) de uma escola pública do Porto (norte de Portugal), que lecionavam no 3º ciclo do ensino básico aquando da realização do estudo. A maioria era do sexo feminino (85,7%), havendo apenas dois professores de CFQ do sexo masculino. As idades dos professores de CFQ variavam entre 30 e 53 anos e as dos professores de CN entre 39 e 52 anos, sendo a média das idades de 43,9 e de 45,9 anos, respetivamente. De uma forma geral, a maioria dos professores é licenciada, havendo 1 professor com o mestrado e 1 com mestrado e pós-graduação (curso de especialização realizado após licenciatura, mas que, ao contrário do mestrado, não confere grau académico).

Procedimento

Um membro da equipa de investigação aplicou os questionários e realizou as entrevistas durante o 1º período do ano-letivo 2011/2012. Os questionários foram preenchidos pelos professores, sem controlo de tempo, e as entrevistas ocorreram de acordo com a disponibilidade dos docentes, com uma duração aproximada de 35 minutos. Os dados do questionário foram introduzidos na versão 20 do *Statistical package for social sciences* (SPSS), tendo sido

alvo de uma análise estatística descritiva. As entrevistas foram sujeitas a uma análise de conteúdo, permitindo conhecer com maior profundidade o pensamento dos participantes. De acordo com Bardin (1994), a análise de conteúdo envolveu a categorização e codificação de respostas. O processo de análise foi cuidadosamente realizado por dois investigadores da equipa. Após codificação por um investigador, e se diferentes códigos eram atribuídos para a mesma resposta, esta era analisada de forma independente pelo outro investigador. O processo foi conduzido para garantir consistência interna no processo de codificação, que poderia implicar uma reanálise até se obter consenso na atribuição do código.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os temas preconizados no currículo de ciências do 3º ciclo do ensino básico são: “Terra no espaço”, “Terra em transformação”; “Sustentabilidade na terra” e “Viver melhor na terra”. No conjunto, são explorados em simultâneo pelos professores de ciências naturais (área disciplinar que engloba a biologia e a geologia) e ciências físico-químicas (área disciplinar que engloba a física e a química), pretendendo-se potenciar a colaboração entre pares pedagógicos e uma visão holística do sistema terra. Outra pretensão relaciona-se com a interdisciplinaridade ambicionada pelos designers do currículo e que se revela na própria apresentação das orientações curriculares que estabelecem, à partida, um paralelismo na exploração dos conteúdos conceptuais, embora estimulando diferentes procedimentos e proporcionando o desenvolvimento de competências específicas de cada área disciplinar.

Relativamente ao posicionamento dos professores face a essas orientações, todos os professores referiram conhecer as orientações curriculares embora dois tenham indicado não conhecer o currículo nacional (um de CN e um de CFQ). O seu ensino parece ser indicador da relevância excessiva que os professores portugueses conferem aos manuais escolares não só como fonte de conteúdos a ensinar, mas também na definição do programa a lecionar num ciclo de estudos. Um dos professores refere mesmo que:

“O livro está sempre presente, porque eu tenho que seguir a chave mestra que é o livro, eu não fujo do livro...” (Professor 10 – P10).

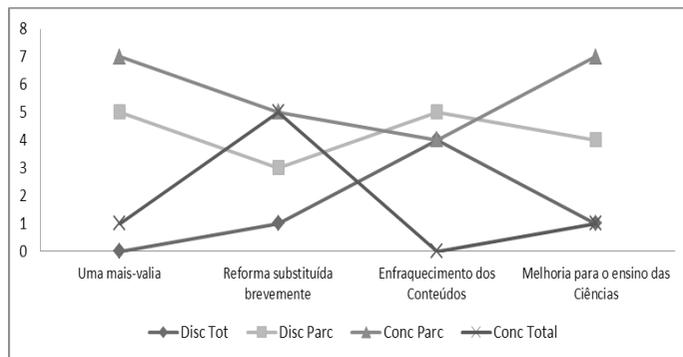


Gráfico 1. Implementação das orientações curriculares para CN e CFQ

No que concerne à implementação das orientações curriculares para CN e CFQ, apenas 1 professor concorda totalmente que a implementação das orientações curriculares se revela uma mais-valia para os alunos, sendo muitos os professores que indicam que esta reforma será substituída em breve por outra (gráfico 1). Apesar de 50% (n=7) dos professores se manifestar satisfeito com o preconizado pelas orientações curriculares e de muitos professores considerarem que as orientações curriculares estão bem construídas, a maior crítica que estes apontam prende-se com o desajustamento destas relativamente à realidade escolar, quer a nível da adequação do tempo disponível face à extensão do currículo, quer ao nível da adequação relativamente aos recursos e às especificidades dos alunos. Dois professores teceram os seguintes comentários durante a entrevista:

“Esquecem-se que depois temos de trabalhar com alunos que têm necessidades educativas especiais e com alunos que conseguem ultrapassar as expectativas, e o tempo e o grupo que temos para trabalhar é aquele e, pronto, isso não está contemplado não é?” (P12).

“...se calhar é um bocadinho ambicioso porque temos pouco tempo e não temos recursos, mas pronto, está-se a cumprir” (P6).

Quanto aos temas organizadores preconizados nas orientações curriculares, a maioria dos professores (64,3%; n=5 de CFQ e n=4 de CN) explora os temas organizadores ao longo dos 3 anos, com alguma interligação entre eles.

Os restantes 35,7% (n=5) exploram os temas geralmente sem interligações. Todos os professores, com exceção de um de CN (7,1%) exploram situações de aprendizagem transversais aos temas, havendo sete (50%) que indicam sentir dificuldades em cumprir todos os temas (57,1%; n=4 de CFQ e 42,9%; n=3 de CN). Os professores exploram os temas organizadores essencialmente através do recurso a questões do dia-a-dia e a questões-problema, procurando aulas que motivem os alunos:

“Recorrendo a questões do dia-a-dia, às vezes de jornais, de notícias até de televisão, essas coisas assim, começo assim por aí, tento sempre fazer as pontes entre coisas que eles conhecem, do quotidiano, dos meios de comunicação social” (P3).

No entanto, os professores consideram que a forma como os temas são explorados é afetada, principalmente, pelos próprios alunos (quer pela sua motivação/interesse, comportamento, concepções prévias), pela extensão do currículo e pela disponibilidade de recursos:

“É o interesse deles e a extensão do currículo. Se fosse mais pequenino dava mais margem para fazer as coisas, fazer comparações e isso...” (P4)

“Os alunos. O feedback dos alunos é sempre fundamental.” (P8)

Relativamente ao grau de dificuldade de implementação de situações de aprendizagem relacionadas com cada um dos temas organizadores (Gráfico 2), o tema “Terra em transformação” é o apontado por mais professores de CN (42,9%; n=3) como acarretando dificuldades e o tema “Terra no espaço” pela maioria dos professores de CFQ (57,1%; n= 4).

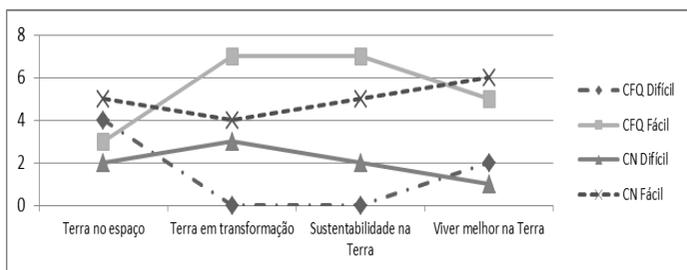


Gráfico 2. Nível de dificuldade de cada um dos temas

No que concerne às dificuldades de implementação de cada um dos temas, verifica-se que a extensão do currículo é um fator determinante em todos os temas (Gráficos 3, 4, 5 e 6).

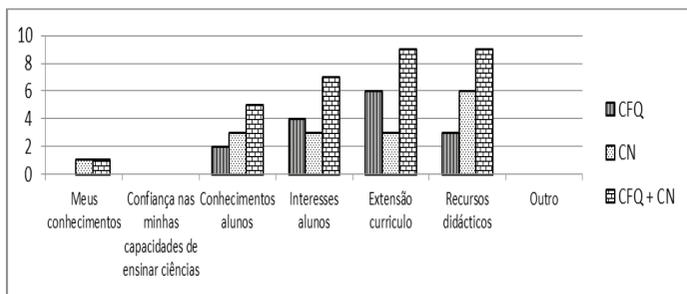


Gráfico 3. Terra no Espaço – Dificuldades de Implementação

Para além deste fator, a maioria (85,7%; n=6) dos professores de CFQ considera o conhecimento dos alunos preponderante na abordagem do tema “Viver melhor na terra” e são muitos os professores de CN que consideram os recursos didáticos como fator limitativo na abordagem dos 4 temas em questão.

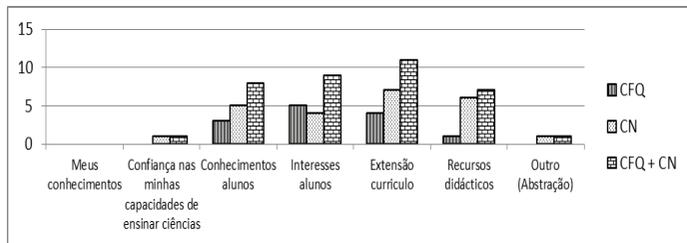


Gráfico 4. Terra em Transformação – Dificuldades de Implementação

Na implementação do tema “Terra em Transformação”, um dos professores aponta a capacidade de abstração dos alunos como uma dificuldade, referindo que:

“... a matéria do 7º ano é demasiado abstrata para os miúdos, com um nível de dificuldade muito grande e exige deles uma capacidade de abstração que eles não têm nesta faixa etária” (P12).

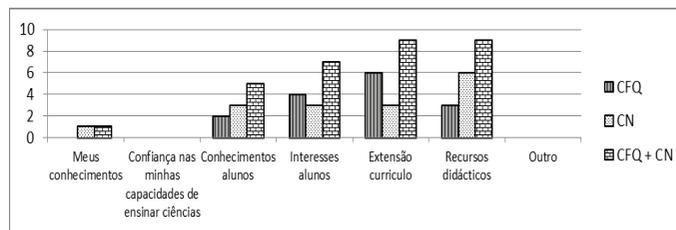


Gráfico 5. Sustentabilidade na Terra – Dificuldades de Implementação

Apenas 1 professor de CN refere que os conhecimentos do próprio podem dificultar a implementação dos temas “Terra no espaço” e “Sustentabilidade na terra”.

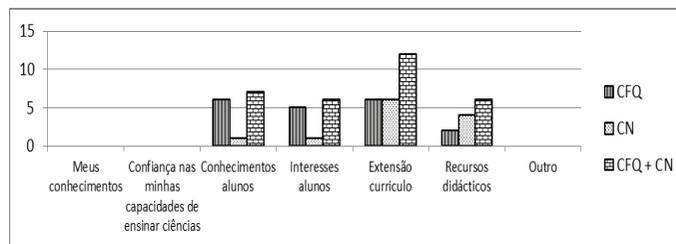


Gráfico 6. Viver melhor na terra – dificuldades de implementação

Relativamente à dimensão “interação ciência, tecnologia, sociedade e ambiente”, verifica-se que a maioria dos professores (64,3%; n=9) incorpora aspetos relacionados com a dimensão em cada unidade, havendo apenas um professor que explora esta dimensão numa unidade à parte e um que refere sentir dificuldades em explorá-la. Quanto às estratégias, verifica-se que as implementadas com mais frequência são as de resolução de problemas e de tomada de decisão, tanto nas aulas de CN como nas de CFQ (Gráficos 7 e 8).

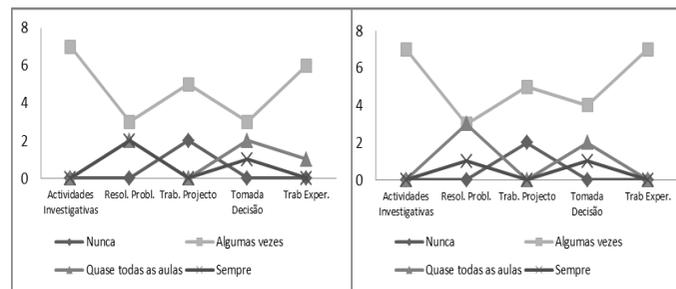


Gráfico 7. Frequência implementação das estratégias (Professores CFQ)

Gráfico 8. Frequência implementação das estratégias (Professores CN)

Na tabela 1, referente à frequência com que os professores solicitam a realização de determinadas tarefas, é apresentada a moda para cada tarefa, assim como a percentagem de respostas iguais à moda, sendo que 1 corresponde a nunca, 2 a algumas vezes, 3 a quase todas as aulas e 4 a sempre. Pela análise desta tabela é possível verificar que os professores se afastam das perspetivas de ensino preconizadas pelo currículo e pelas orientações curriculares de CN e CFQ, nomeadamente de uma perspetiva ensino orientado para a investigação. A maioria das respostas indica que os professores só solicitam a realização de atividades experimentais algumas vezes (CN- 100%, n=7 ; e CFQ – 85,7%, n=6), e que requerem a consulta de outros livros para além do manual também apenas algumas vezes (CN - 85,7%; n=6) ou mesmo nunca (CFQ – 57,1%, n=4). Verifica-se que os professores se apoiam muito no manual escolar, solicitando que os alunos resolvam questões do manual quase todas as aulas (CN – 85,7%, n=6) ou mesmo sempre (CFQ – 57,1%, n=4).

	CN			CFQ		
	Var.	Moda	% Moda	Var.	Moda	% Moda
Realizem Experiências	2	2	100	2-3	2	85,7
Trabalhem em grupo	2-3	2	85,7	2-3	2	71,4
Observem demonstrações	1-3	2	71,4	2-4	2	57,1
Pesquem informação	2-3	2	71,4	1-3	2	71,4
Elaborem relatórios sobre as atividades experimentais	1-2	2	85,7	1-4	2	57,1
Resolvam questões do manual	2-3	3	85,7	2-4	4	57,1
Escolham problemas a investigar	2	2	100	1-2	2	71,4
Consultem livros para além do manual	1-2	2	85,7	1-2	1	57,1
Discutam assuntos polémicos (ex. Clonagem...)	2	2	100	1-3	2	71,4
Estudem questões que afetam o bem-estar da sociedade	2-3	2	85,7	2-3	2	71,4
Exponham oralmente os resultados das experiências	2	2	100	1-3	2	42,9
Visualizem filmes sobre assuntos científicos	2	2	100	1-2/4	2	57,1
Participem em visitas de estudo	2	2	100	2	2	100
Interpretem dados	2-4	3	71,4	2-3	3	57,1
Formulem problemas e hipóteses	2-3	2	85,7	2-3	2	85,7
Planifiquem investigações	1-2	2	85,7	1-2	2	57,1
Representem graficamente dados	1-2	2	85,7	1-2	2	85,7
Utilizem modelos	1-3	2	57,1	1-2	2	85,7
Selecione informação de fontes diversas	2	2	100	2-3	2	85,7
Defendam ideias e argumentação	2-3	2	57,1	2-3	2	57,1
Produzam textos	2-3	2	57,1	1-2	2	85,7
Observem fenómenos naturais	2/4	2	85,7	2-4	2/3	42,9
Leiam textos (biografias, notícias e/ou divulgação)	2-3	2	57,1	2	2	100
Manuseiem material de laboratório	2	2	100	2-3	2	85,7

No entanto, apesar de muitos professores basearem as suas aulas no manual escolar, é de realçar que estes também se encontram bastante limitados a nível de recursos:

“... estamos limitados em termos de papel... estamos limitados e como tal limito-me muito ao manual” (P9)

O manual é utilizado essencialmente para a resolução das atividades propostas, para leitura e observação de imagens:

“... realizamos todas as atividades, todos os exercícios que vêm sugeridos, por vezes faço alguma leitura do manual...” (P11)

“O manual escolar normalmente utilizo mais para explorar as imagens...” (P7)

Alguns professores utilizam o manual para a interpretação (de gráficos, tabelas, figuras) e para os alunos sinalizarem partes importantes. Apenas um professor refere utilizar o manual como fonte de pesquisa pelos alunos e outro como forma de confrontar o aluno com abordagens diferentes desenvolvendo o seu espírito crítico:

“... para pesquisa se eles estiverem a trabalhar alguma coisa que eles ainda não sabem e precisam de ler...” (P2)

“... há abordagens completamente diferentes do mesmo tema e que às vezes chegam a ser contraditórias, e nós tentamos também dar-lhes essa perspetiva, estimular o espírito crítico daquilo que estão a ver e a ler, etc.” (P12)

Na realidade, os professores dão pouca autonomia aos alunos, expondo frequentemente os conteúdos:

“Mas normalmente exponho a matéria primeiro, depois dito os meus resumos e depois damos uma leitura pelo livro, só para consolidar os conhecimentos.” (P4)

“Utilizo na aula para expor, falo num tema e depois vamos explorar...” (P9)

“... não sei se é defeito, mas gosto de guiar muito o estudo deles, gosto que o aluno tenha no caderno diário um bom guião do que está a ser dado...” (P7)

Desta forma, verifica-se que são poucos os professores que trabalham de acordo com metodologias de ensino mais inovadoras, recorrendo ainda a metodologias muito tradicionais de ensino e aprendizagem.

CONCLUSÕES

Através deste estudo constatou-se que a maioria dos professores considera que o currículo não está ajustado à realidade escolar, referindo inclusivamente a impossibilidade de conciliar tempos letivos com a extensão das orientações curriculares. As dificuldades também sobressaíram ao nível dos recursos disponíveis e das diversidades cognitivas dos alunos. Verificou-se, ainda, que os professores, em geral, utilizam estratégias mais tradicionais, afastando-se do preconizado por uma perspetiva de ensino orientada para a investigação. No entanto, convém salientar que tal como vários estudos indicam (Galvão et. al, 2011; Fogleman, et al., 2011) é necessário formar e envolver os professores na aplicação desta perspetiva de ensino, garantindo que estes tenham bons conhecimentos, podendo a relutância manifestada resultar de falta de conhecimentos pela reduzida preparação dos professores para a mudança. Relembre-se que as reformas curriculares implicam o envolvimento dos professores nomeadamente através de uma maior oferta de ações de desenvolvimento profissional, que permitam aos professores estar envolvidos nas mudanças, compreendê-las e apropriarem-se de novas competências que lhes possibilite a implementação com eficiência dos novos currículos (Galvão et. al, 2011). Pelo referido, torna-se crucial realizar um trabalho conjunto com os professores aquando da implementação de novos currículos, ensinando-lhes novas metodologias de ensino e formando-os para a prática letiva inovadora, que caracteriza sempre uma reforma curricular.

AGRADECIMENTOS

Trabalho no âmbito do projeto “Avaliação do currículo das ciências físicas e naturais do 3º ciclo do ensino básico”(PTDC/CPE-CED/102789/2008), financiado pela FCT no âmbito do Programa operacional temático fatores de competitividade (COMPETE) do quadro comunitário de apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER).

BIBLIOGRAFIA

Almeida, P. & César, M., Estilos de liderança no trabalho colaborativo: algumas perspetivas na construção do conhecimento em ciências. In E. C. Martins (Ed.), *Actas do VIII Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação - Cenários de educação/formação: Novos espaços, culturas e saberes*. Castelo Branco: SPCE, 2007.

- Amador, F.; Vasconcelos, C.; Silva, E. & Torres, J. (in print), As Ciências da Terra nos currículos do Ensino Básico: Um estudo comparativo realizado com base numa amostra de países da OCDE. In XIX Colóquio AFIRSE: Revisitar os estudos curriculares - Onde estamos e para onde vamos. Lisboa.
- Bardin, L., *Análise de Conteúdo*, Edições 70, Lisboa, Portugal, 1994.
- Carmo, H & Ferreira, M. M., *Metodologia da Investigação – Guia para auto-aprendizagem*, Universidade Aberta, Lisboa, Portugal, 2008.
- European Commission (Ed.), *Europe needs more scientists*. Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2004, p. 1 -186. ISBN 92-894-8458-6.
- European Commission (Ed.), *Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2007, p.1-22. ISBN 978-92-79-05659-8.
- Fogleman, J., McNeill, K. & Krajcik, J., Examining the Effect of Teachers' Adaptations of a Middle School Science Inquiry-Oriented Curriculum Unit on Student Learning, *Journal of Research in Science Teaching*, **48**, [2], 149-169, 2011.
- Freire, S.; Faria, C.; Galvão, C. & Reis, P. (on line 2011), New Curricular Material for Science Classes: How Do Students Evaluate It?, *Research in Science Teaching*. DOI: 10.1007/s11165-011-9247-0.
- Galvão, C.; Reis, P.; Freire, A. & Almeida, P., Enhancing the Popularity and the Relevance of Science Teaching in Portuguese Science Classes, *Research in Science Teaching*, **41**, [5], 651-666, 2011.
- Guimarães, G. M. A.; Echeverría, A. R. & Moraes, I. J. Modelos Didáticos no Discurso de Professores de Ciências, *Investigações em Ensino de Ciências*, **11**, [3], 303-322, 2006.
- Holbrook, J. & Rannikmae, M., The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, **4**, [3], 275-288, 2009.
- Leite, C., *Para uma escola curricularmente inteligente*, Asa Editores, Porto, Portugal, 2003.
- Osborne, J. & Dillon, J., *Science Education in Europe: Critical Reflections*, King's College London: The Nuffield Foundation, London, England, 2008.
- Predebon, F. & Del Pino, J. C., Uma análise evolutiva de modelos didáticos associados às concepções didáticas de futuros professores de Química envolvidos em um processo de intervenção formativa, *Investigações em Ensino de Ciências*, **14**, [2], 237-254, 2009.
- Rodrigues, R. C. B. & Furtado, W. W., Jogos teatrais no ensino de história da Ciência: trabalhando com modelos atômicos em turmas do último ano do Ensino Fundamental. In Atas do VIII ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências/ I CIEC Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias, 2011, Campinas.
- Roldão, M. C., *Gestão do currículo e avaliação de competências – As questões dos professores*, Editorial Presença, Lisboa, Portugal, 2008.
- Sjøberg, S. & Schreiner, C., *The ROSE project: An overview and key findings*, University of Oslo, Oslo, Norway, 2010, p. 1-30.
- Vasconcelos, C., Amador, F. & Torres, J., (in print), Students' perceptions of the implementations of science curriculum in Portugal: Rethinking paths, reinventing ways. In ICERI 2012, Madrid.
- Yin, R. K., *Case Study Research – Design and Methods*, Sage Publications, Thousand Oaks, California, United States of America, 2003.

Received 15-10- 2012/ Approved 29-04-2013

As representações mentais de professores de química em formação continuada e inicial: limites e aproximações.

Mental representations of chemistry teachers in initial and continuing education: bounds and approximations.

FLÁVIA CRISTINA GOMES CATUNDA DE VASCONCELOS, VALÉRIA CAMPOS DOS SANTOS, AGNALDO ARROIO

Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, Brasil.

flaviacrisgomes@hotmail.com, valcampos07@hotmail.com, agnaldoarroio@yahoo.com

Resumo

A utilização de modelos e representações constitui uma estratégia importante no ensino e aprendizagem de química. A elaboração de modelos mentais e as formas de expressá-los são o resultado de um processo de significação produzido pela relação entre indivíduos como professores e alunos. Neste trabalho, foi analisada a produção de representações mentais imediatas e compreensões de professores de química em formação continuada e em formação inicial em relação a termos e imagens representativas na área de química. Com o objetivo de observar diferenças e aproximações entre as representações mentais produzidas pelos dois grupos, foi elaborado um exercício composto por quatro palavras (água, radioatividade, átomo, reação química) e duas imagens (minério de grafite, gráfico de equilíbrio químico). Os resultados indicaram que os professores, tanto em formação inicial como em formação continuada, apresentaram limitações ao representarem seus modelos mentais e que estes se aproximam, mesmo com um nível de formação diferenciado.

Palavras-chave: modelos mentais, representações, formação de professores.

Abstract

The processes of modelling and representation are important tools for the teaching and learning of chemistry. The production of mental models and the ways of expressing it are results of a meaning making process in the relationship between individuals like teachers and students. In this work, we have analyzed the production of mental representations and understandings

of in-service and pre-service chemistry teachers regarding characteristic words and figures of chemistry subjects. The aim is to observe the differences and similarities between the mental representations made by both groups. We have elaborated and applied an activity composed of four words (water, radioactivity, atom, chemistry reaction) and two figures (graphite, chemical equilibrium graph). The results showed that all participants presented limitations in representing their mental models and that representations are similar, even when the levels of experience are different.

Key words: mental models, representation, teacher education.

INTRODUÇÃO

Faz parte da ação docente, no ensino de química, trabalhar com modelos, pois a sua utilização é intrínseca na construção do conhecimento e, sem o seu uso, este processo pode se restringir a compreensão dos fenômenos apenas a nível macroscópico (Gibin & Ferreira, 2010). Entretanto, para realizar a aprendizagem mais efetiva e significativa, se faz necessário o entendimento dos fenômenos químicos nos três níveis de representação: macro, submicro e representacional/simbólico (Johnstone, 1993). Entendendo que, o nível representacional expressa os conceitos químicos que são construídos a nível mental, ou seja, podem ser descritos através dos modelos, que tem a possibilidade de ser representações de objetos, eventos, processos ou ideias (Gilbert & Boulter, 1998).

A representação é um conceito central na psicologia cognitiva e, vem ganhando destaque nas pesquisas em ensino das ciências (Moreira

et al, 2002; Milagres & Justi, 2001; Fernandez & Marcondes, 2006; Gilbert, 1992; Millar & Beh, 1993; dentre outros), isto demonstra que a elaboração de um modelo de ensino é um processo complexo, pois ele deve preservar a estrutura de um modelo consensual, que é um modelo formalizado rigorosamente, compartilhado com o propósito de explicar ideias e consensos relevantes no meio científico, seja este modelo contemporâneo ou do passado (Milagres & Justi, 2001; Krapas et al, 1997).

Sendo assim, um modelo de ensino representa uma maneira diferente de apresentar um modelo consensual e não simplesmente uma simplificação do mesmo (Justi, 1997). Neste sentido, cabe aos educadores conhecê-las com profundidade colocando-os assim, em uma melhor posição para estabelecer estratégias que facilitem o desejado engajamento dos estudantes para a compreensão dos aspectos fenomenológicos da ciência química ensinada em sala de aula. Ressaltando que, a elaboração de um modelo mental é conduzido a partir das interações individuais ou em grupo, e o efeito de tal atividade pode ser representado através da fala, gestos, desenhos ou outra forma que possa expressar aquilo que se pensa. Este modelo mental pode ser chamado de *modelo expresso* (Gilbert & Boulter, 1998).

Segundo Johnson-Laird (1983), os modelos mentais podem ser divididos em modelos físicos, que representam o mundo físico e, conceituais, que representam os conceitos abstratos, como os silogismos. Dentre os modelos físicos, existem seis exemplos:

- *modelo relacional*, que pode ser definido com um 'quadro' estático que possui vários elementos, que apresentam as características e propriedades que representam o real;
- *modelo espacial*: é um modelo relacional, mas que é definido por sua relação entre a representação e a natureza espacial;
- *modelo temporal*: consiste na sequência de 'quadros' de modelos espaciais, em que existe uma ordem temporal de ocorrência, mas esta pode não ser linear;
- *modelo cinemático*: modelo temporal que é contínuo, onde os elementos apresentam mudanças de propriedades e movimentos de forma contínua e fluída;
- *modelo dinâmico*: é um modelo cinemático que existem relações de causa e efeito entre os eventos representados, e,
- *imagem*: que consiste na visualização do modelo elaborado pelo observador.

A proposta de utilização de recursos visuais que possibilitem a construção dos modelos mentais na formação de professores implica uma série de efeitos benéficos e interessantes na aprendizagem em relação à estrutura cognitiva dos estudantes. As grandes vantagens são o estímulo à memória e a criatividade, uma vez que construímos os modelos mentais de eventos empregando processos mentais implícitos. Deste modo, é possível o estudante desenvolver a habilidade de relacionar os níveis de representação: simbólico, macro e submicro, quando o professor se utiliza destes recursos que representam fenômenos em nível submicroscópico.

Considerando a importância da utilização de modelos no ensino de química e a construção dos modelos mentais, pretendeu-se, nesta pesquisa, analisar as representações mentais imediatas e compreensões que professores de química em formação continuada e inicial apresentam, quando expostos a uma palavra ou imagem representativa na área de química. O objetivo foi analisar se houve diferenças ou aproximações entre os grupos de professores em formação continuada e professores em formação inicial no ensino de química.

METODOLOGIA

A atividade investigativa deste trabalho foi aplicada em dois grupos distintos. O primeiro grupo participou de um curso de formação para professores de química do ensino fundamental II e médio, com duração de 40 horas. Este curso discutia sobre a utilização de recursos visuais nas aulas de química. O segundo grupo era de estudantes do curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública, estes são alunos da graduação, mas também são professores em formação inicial. Estes dois grupos foram considerados devido a temática sobre as visualizações precisarem ser mais amplamente discutidas, principalmente na formação inicial.

O objetivo da atividade era averiguar se as representações apresentadas pelos dois grupos se aproximavam ou eram muito distintas, quando estes se deparassem com um termo ou imagem que fosse mostrada.

A figura 1 apresenta as informações apresentadas aos professores, que foram mostradas de modo sequencial.

'Exercício metodológico'

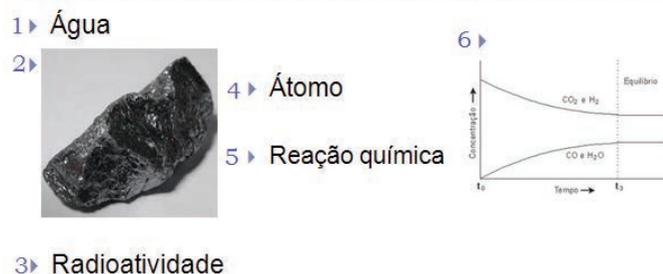


Figura 1. Termos e imagens mostradas aos professores e estudantes.

O exercício foi composto por quatro palavras (*água*, *radioatividade*, *átomo*, *reação química*) e duas imagens (*minério de grafite*, *gráfico de equilíbrio químico*). Os termos foram escolhidos devido à quantidade de representações que poderiam ser expressas, buscando-se analisar quais descrições ou desenhos os sujeitos apresentariam. Consideramos que as representações mentais construídas pelos participantes da pesquisa foram imediatas, e por isto poderiam apresentar certa limitação porque, de modo geral, as pessoas não possuem a habilidade de explorar a sua capacidade cognitiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, pode-se afirmar que as expressões de professores e estudantes foram próximas. Em cada item foram construídas categorias, baseadas nas respostas apresentadas pelos professores e estudantes, após a categorização, foram relacionadas às representações mentais aos tipos de modelos apresentados neste trabalho.

- Água

Tabela 1. Porcentagem dos professores e estudantes referentes ao termo água

Representação	Professores	Estudantes
Fórmula/ estrutura geométrica	40%	33,4%
Descrição textual	40%	-
Desenho (copo/termos associados a natureza - rio/lago)	10%	66,6%

Uma das professoras escreveu o termo 'vida' como associação direta ao termo 'água'. Foi questionada em relação ao porquê dessa associação e a mesma informou que possui formação na área de biologia e foi a primeira coisa que ela pensou. A maioria dos estudantes fizeram desenhos de canecas, copos com água, chuva, rio, dentre outros. Esta associação pode ser interpretada como uma limitação, pois são comuns estas representações em estudantes da educação básica no nível fundamental, uma vez que associamos a água à natureza, necessidade diária, dentre outros.

Segundo Johnstone (1991), estudantes ao aprender química apresentam dificuldades em relacionar os três modos de representação e acabam por operar seu conhecimento essencialmente no nível macro em detrimento dos outros níveis. Outros trabalhos também indicam que os alunos apresentam problemas em transitar entre as experiências no modo macroscópico (como experimentos em sala de aula, vídeos, imagens, etc.), às visualizações no modo sub-microscópico, bem como à sua representação simbólica na forma de equações, gráficos ou tabelas (Gabel, 1999; Hinton; Nakhleh, 1999; Galagovsky et al, 2003). Esta tendência de alunos em formação inicial de formarem representações majoritariamente no nível macroscópico também foi observada por Rappoport and Ashkenazi (2008), segundo os autores este comportamento pode estar relacionado à forma de ensino transmitido a estes alunos.

Os estudantes e professores que colocaram a fórmula química ou a estrutura geométrica fizeram esta representação com significado no nível simbólico. A imagem dois mostra algumas representações que os professores e estudantes apresentaram neste primeiro item.

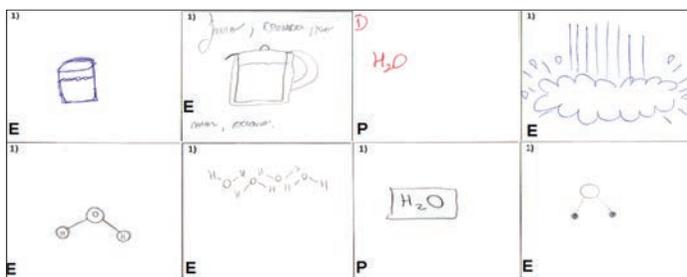


Figura 2. Representações mentais imediatas apresentadas por estudantes (E) e professores (P) referentes à palavra água.

• Minério de grafite

Neste item, a maioria dos professores (60%) e estudantes (41,6%) disseram que a imagem se referia a uma rocha/pedra/mineral, mas sem descrever qual tipo de mineral. Apenas 20% dos professores e 8,13% dos estudantes disseram que se tratava do minério de carvão, do qual um dos professores desenhou um lápis e escreveu o nome “carbono-grafite” (Figura 3). Os dados demonstram que, mais uma vez, houve uma limitação se restringindo apenas ao que se vê. Mesmo sabendo que a atividade estava relacionada à química, seja na formação continuada ou na inicial, os sujeitos não fizeram relação com o minério de carbono ou algo que pudesse estar associado à química.

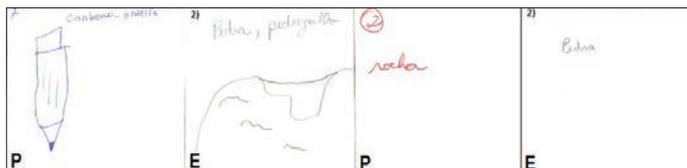


Figura 3. Representações dos estudantes e professores referentes ao item “Minério de grafite”. (E) estudantes, (P) professores.

Com esta análise, percebeu-se como é importante a associação da linguagem não verbal (imagem, por exemplo) com a verbal, pois, a utilização apenas de uma imagem, permite diferentes representações. Pois, para Jewitt:

O processo de construção de conhecimento envolve escolha, seleção e adaptação da informação a partir de uma variedade de modos. Isto também envolve transformação/transdução de informação entre os modos (por exemplo, analogia verbal para analogia visual, experimentação e escrita de um relatório), cada modo permitindo que a informação seja expressa e entendida de maneira especial. (Jewitt, 2001, p.16).

Ou seja, de acordo com Jewitt (2001), a produção de representações e significados se constitui de um processo dinâmico de negociação entre as informações transmitidas e o conhecimento prévio do indivíduo que recebeu tais informações.

• Radioatividade

Com este termo, foram apresentadas diferentes representações que se aplicam em muitos contextos. Os professores (20%) e os estudantes (33,3%) escreveram os símbolos e/ou escreveram as partículas subatômicas (alfa α , beta β , gama γ). 16,6% dos alunos também apresentaram o símbolo que representa a radioatividade (Figura 4). E, 33,3% dos estudantes fizeram desenharam o experimento do bombardeamento de partículas alfa em uma lâmina de ouro, que é discutido na educação básica como o ‘experimento de Rutherford’, utilizado para construir o seu modelo atômico. Enfatizando, a representação no nível simbólico, que expressa os conceitos químicos que os estudantes têm a partir de fórmulas, equações químicas, expressões matemáticas, entre outros (Johnstone, 1993; Damasceno *et al*, 2008).

Um dado interessante foi a associação que um professor fez como algo maléfico, ao descrever: “Algo perigoso, medo, causa dano a vida das pessoas”. A apresentação desta informação reforça a ideia da associação imediata da radioatividade como algo ruim, mesmo havendo diversas aplicações benéficas, como os radiofármacos, irradiação de alimentos, dentre outros, este professor ainda associa o termo a aplicações maléficas da radioatividade que foi marcada pela história.

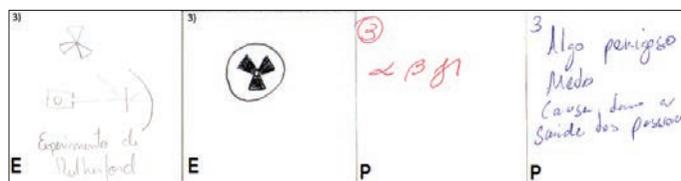


Figura 4. Representações/descrição dos estudantes (E) e professores (P) referente ao termo radioatividade. O primeiro quadro apresenta o símbolo da radioatividade associado ao experimento de Rutherford.

• Átomo

Neste item, a proposta foi de analisar quais modelos atômicos tanto estudantes quanto professores apresentam quando se deparam com a palavra ‘átomo’. A maioria dos professores (40%) e estudantes (66,6%) desenhou o ‘modelo atômico de Rutherford’, possibilitando a interpretação de que o modelo mental desenvolvido por estes foi do modelo espacial (Gibin & Ferreira, 2010), devido a movimentação dos elétrons em órbitas ao redor do núcleo (Figura 5). Apenas 20% dos professores (a Figura 5 mostra que estudantes também deram esta resposta, não apenas professores) escreveram as partículas (prótons, nêutrons e elétrons) como informação imediata. Isto descreve que estes últimos foram ‘além’ dos demais, por pensar no átomo em sua constituição, e não como um modelo físico representacional do átomo.

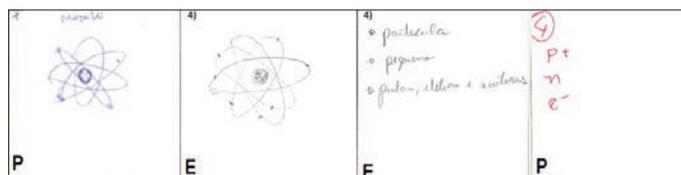


Figura 5. Representações mentais/descrições dos professores (P) e estudantes (E) referentes ao ‘átomo’. O terceiro quadro apresenta a descrição: partícula; pequeno; prótons, nêutrons e elétrons.

Cerca de 17% dos estudantes desenharam uma esfera, que se associa ao modelo atômico de Dalton. Nenhum dos outros modelos que são estudados na educação básica e superior no Brasil (modelo de Thomson e Bohr) foram apresentados neste item. Apesar da competência de professores em formação inicial e continuada elaborarem modelos mais sofisticados, segundo Coll e Treagust (2001), estes preferem os modelos mais simples e, revelam os modelos mais complexos somente em contextos de testes e exames.

• Reação Química

Foi observado que 40% dos professores e 24,9% dos estudantes associaram o termo com a realização de experimentos, desenhando vidrarias químicas com substâncias e símbolos que representam fatores que podem indicar reação química, como a liberação de fumaça (Figura 6). Este tipo de modelo pode ser caracterizado como dinâmico, uma vez que os desenhos apresentam uma relação de causa e efeito.

Aproximadamente 58,3% dos estudantes escreveram uma equação química, indicando a representação simbólica, comumente utilizada em sala de aula para descrever este item. Geralmente, os professores, independente do nível de atuação profissional, apresentam uma reação química com um experimento e/ou uma equação química que representa o fenômeno muitas vezes visto no macroscópico. Esta dinâmica pode limitar as percepções dos estudantes e consequentemente a elaboração de modelos mentais mais elaborados, possibilitando a estes relacionarem que o nível simbólico representa o fenômeno macroscópico, mas que o último só acontece devido às interações a nível submicroscópico. Acredita-se que para muitos alunos, o nível microscópico tem as mesmas características que o macroscópico, entretanto, apresentado com tamanho reduzido (Posada, 1993, Galagovsky *et al*, 2003).

• Gráfico de equilíbrio químico

O último item foi utilizado uma imagem que apresentava um gráfico que descrevia a reação de equilíbrio químico, com variação da concentração em função do tempo. Do total de professores, 40% fizeram a associação direta com o conteúdo ‘equilíbrio químico’ e outros 40% com a descrição de que se referia a um ‘gráfico’. A maioria dos alunos (75%) também fez a associação direta com este assunto.

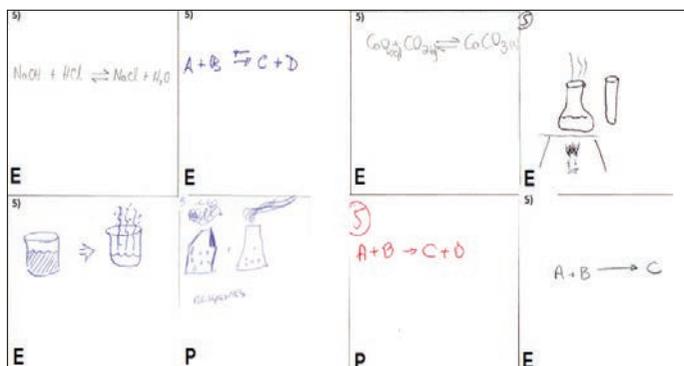


Figura 6. Representações mentais dos professores (P) e estudantes (E), referente ao termo 'reações químicas', com desenhos de experimentos e equações químicas genéricas, exceto as equações do primeiro quadro superior (reação de neutralização) e terceiro quadro superior (formação de carbonato de cálcio - reação de síntese).

Destaca-se, 12,5% dos estudantes que descreveram que o 'sistema atinge o equilíbrio conforme o tempo', escrevendo em seguida a equação química que o gráfico representa ($\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$). Os dados foram considerados satisfatórios, uma vez que todos apresentaram informações coerentes com o que o gráfico informava, mas limitada.

Acredita-se que as limitações observadas se devem basicamente ao fato de elevada valorização nos cursos de graduação o nível simbólico do conhecimento químico, baseadas essencialmente em aulas teóricas, e quando macroscópicas, restringindo-se às aulas experimentais, sem associação destas ao nível microscópico, e quando se faz não se explora o potencial dos alunos, limitando-se as descrições simplórias do que acontece neste nível (Gibin & Ferreira, 2010).

CONCLUSÕES

Como os professores já apresentavam uma formação completa (graduação e especialização) esperava-se que estes explorassem mais sua estrutura cognitiva, o que não foi percebido. Aparentemente, uma parte significativa de estudantes apresentou limitações nos modelos mentais, onde muitos não conseguem e/ou não sabem fazer representações sub microscópicas adequadas. Implicando assim, um problema na formação tanto dos professores quando dos estudantes de química em formação inicial em relação à construção dos modelos mentais.

Os dados apresentados demonstram algumas limitações dos estudantes e professores quando estes se deparam com um termo de química sem este estar relacionado a um contexto específico. Deste modo, destacamos que a utilização de recursos visuais é importante desde que estes estejam relacionados ao conteúdo e a fala do professor em sua aula, uma vez que a construção dos modelos mentais por parte dos alunos pode ser diferente das que o professor queira que eles compreendam. Embora os modelos sejam incompletos e não representem diretamente a realidade, eles capacitam cada sujeito a fazer previsões e inferências, a compreender os fenômenos e eventos e, a atribuir causalidade aos eventos observados (Borges, 1997). Estes modelos são adquiridos apenas através do ensino, enquanto que outros podem ser adquiridos da interação cotidiana com outras pessoas e com o mundo.

Além disso, no ensino de química, deve-se tentar desenvolver práticas para a construção de modelos mentais com atividades experimentais ou manipulação de algo concreto, em nível macroscópico. Em seguida, é importante trabalhar em nível submicroscópico, com o uso de imagens, simulações, vídeos ou modelos moleculares como forma de estímulo para que os alunos raciocinem e elaborem os modelos mentais adequados ao sistema químico em estudo. O nível simbólico precisa ser empregado no ensino, pois este faz parte da química, mas não é o mais importante, uma vez que este não auxilia na elaboração dos modelos mentais decorrentes da aprendizagem de conceitos químicos (Gibin, Ferreira, 2010). De acordo com este trabalho destacamos a necessidade da inserção explícita desta

temática nos cursos de formação inicial de professores buscando trabalhar estas concepções nos futuros professores.

AGRADECIMENTOS

Aos estudantes e professores que participaram da pesquisa. A CAPES-CNPq pelo financiamento das bolsas de doutorado das pesquisadoras deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- Borges, A. T. Um estudo sobre modelos mentais. *Investigação em Ensino das Ciências*, 2, [3], 207-226, 1997.
- Coll, R.K. e Treagust, D.F. Learners' mental models of chemical bonding. *Research in Science Education*, 31, 357-382, 2001.
- Damasceno, H.C.; Brito, M.S.; Wartha, E.J. As representações mentais e a simbologia química. Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. Curitiba: ENEQ, 2008.
- Fernandes, C. & Marcondes, M.E.R. Concepções dos estudantes sobre Ligação Química. *Química Nova na Escola*, 24, 20-24, 2006.
- Gabel, D. L. Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76,[4], 548-554, 1999.
- Galagovsky, L., Rodriguz, M.A., Stamati, N., Morales, L.F. Representaciones Mentales, Lenguajes y Códigos en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las Ciencias*, 21, [1], 107-121, 2003.
- Gibin, G.B. & Ferreira, L.H. A formação Inicial em química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais. *Química Nova*, 33, [8], 1809-1814, 2010.
- Gilbert, J.K. The Interface Between Science Education and Technology Education. *International Journal of Science Education*, 14, [5], 563-578, 1992.
- Gilbert, J.K. & Boulter, C. *Learning science through models and modelling*. In B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International handbook of science education*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2, 1998, 53-66.
- Hinton, M. E., & Nakhleh, M. B. Students' microscopic, macroscopic, and symbolic representations of chemical reactions. *The Chemical Educator*, 4 [5], 158-167, 1999.
- Jewitt, C.; Kress, G.; Ogborn, J. O. N.; Tsatsarelis, C. Exploring learning through visual, actional and linguistic communication : the multimodal environment of a science classroom. *Educational Review*, 53, [1], 5-18, 2001.
- Johnson-Laird, P. N. *Mental models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.
- Johnstone, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83, 1991.
- Johnstone, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70, [9], 701-705, 1993.
- Justi, R. *Models in the teaching of chemical kinetics*. Tese de doutorado não publicada. Reading (Inglaterra): Universidade de Reading, 1997.
- Hinton, M. E.; Nakhleh, M. B. Students' microscopic, macroscopic, and symbolic representations of chemical reactions. *Journal of Chemical Educator*, 4, 158-167, 1999.
- Krapas, S., Queiroz, G., Colinaux e D., Franco, C. Modelos: Uma análise de sentidos na literatura em Pesquisa em Ensino das Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2, [3], 185-205, 1997.
- Milagres, V.S.O. & Justi, R.S. Modelos de ensino de equilíbrio químico. *Química Nova na Escola*, 13, 41-46, 2001.
- Millar, R. & Beh, K.L. Student's Understanding of Voltage in Simple Parallel Electric Circuits. *International Journal of Science Education*, 15, [4], 351-361, 1993.
- Moreira, M. A.; Greca, I. M. e Palmero, M. L. R. Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias. *Investigação em Educação em Ciências*, 2, [3], 36-56, 2002.
- Posada, J.M. Concepciones de los alumnos de 15-18 años sobre la estructura interna de la materia en el estado sólido. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, 12-19, 1993.
- Rappoport, L. T.; Ashkenazi, G. Connecting Levels of Representation: Emergent versus submergent perspective. *International Journal of Science Education*, 30, [12], 1585-1603, 2008.

Received 29-09-2012/ Approved 29-04-2013

Educação em ciências no ensino secundário geral em Timor-Leste: da investigação à cooperação

Science education in general secondary school in East-Timor: from research to cooperation

ISABEL P. MARTINS

Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores
Universidade de Aveiro, Portugal, imartins@ua.pt

Resumo

Descreve-se o projeto de reestruturação curricular do ensino secundário geral (10-11-12.º ano) desenvolvido em Timor-Leste, num programa de cooperação para o desenvolvimento, conduzido por uma equipa multidisciplinar de especialistas portugueses. O projeto visa conceber o plano curricular, os programas das disciplinas que o compõem, os manuais para alunos e os guias para professores para todas as disciplinas do ciclo de estudos (total 14). No presente estudo explicita-se a proposta curricular seguida para as quatro disciplinas de ciências experimentais (biologia, física, geologia e química). Para a concretização dos programas e recursos didáticos seguiram-se referenciais internacionais e, no caso das ciências, uma perspetiva de ensino contextualizado de cariz ciência-tecnologia-sociedade, orientada por princípios de educação para o desenvolvimento sustentável. Valoriza-se o trabalho prático, laboratorial e experimental como via privilegiada para a educação em ciências. Reflete-se sobre a cooperação internacional para o desenvolvimento curricular e fatores que poderão condicionar a implementação das propostas.

Palavras-chave: cooperação e desenvolvimento; desenvolvimento curricular; educação em ciências; ensino secundário

Abstract

The present paper describes the project of redefinition of the secondary general education curriculum (grades 10-11-12) in East-Timor, developed within the scope of a development cooperation programme and carried out by a multidisciplinary Portuguese experts team. The project intends to conceive the curricular plan, the syllabus of all its school subjects, as well as student textbooks and teacher guides for all subjects (total 14). In the present study, we explain the curricular proposal adopted for the four disciplines of the area of experimental sciences (biology, physics, geology and chemistry). The conception of the curricular syllabus and didactic resources followed international benchmarks for this level of study. In relation to science subjects, the conceptual framework consisted of a science-technology-society perspective, oriented by education for sustainable development principles. The practical, laboratorial and experimental work is considered a privileged approach for science education. We shall reflect upon international cooperation for curricular development and discuss some of the factors that may influence the implementation of the proposals.

Key words: cooperation and development; curricular development; science education; secondary education

INTRODUÇÃO

A cooperação internacional para o desenvolvimento é hoje uma posição assumida por quase todos os países. A nível mundial, a agenda política de países desenvolvidos e em desenvolvimento contempla sempre alguma intervenção conjunta direcionada para o desenvolvimento, de forma sustentada, dos mais carenciados. Trata-se de intervenções que visam combater a origem dos problemas e poder ter efeito a longo prazo. Educação e cooperação para o desenvolvimento são conceitos interligados num contexto internacional alargado, com uma dimensão europeia consolidada, na qual Portugal se integra. Todos os países desenvolvidos têm responsabilidade na correção de assimetrias que ainda hoje assolam o mundo. Este princípio traduziu-se em setembro 2000, nas Nações Unidas, na proclamação da Declaração do Milénio, na qual os países subscritores se comprometeram a contribuir para a redução da pobreza extrema até metade, até ao ano 2015. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM) são amplamente citados e constituem o referencial internacional da Cooperação para o Desenvolvimento.

A política de desenvolvimento da União Europeia (UE) direcionada para a cooperação defende o desenvolvimento social e humano sustentável, igualitário e participativo, e a integração gradual dos países em desenvolvimento na

economia mundial. Medidas de erradicação da pobreza, garantindo que todos os indivíduos têm direito de aceder à educação, saúde, alimentos e água potável, terra, emprego, crédito e informação, são o mote para a definição da intervenção da UE em vários domínios e para a consolidação de diversos mecanismos de financiamento (Fernandes, 2005, pp. 52-54).

Neste enquadramento, e para clarificar o que se segue, assume-se ser relevante explicitar três conceitos: educação para o desenvolvimento; cooperação para o desenvolvimento; cooperação técnica.

Educação para o desenvolvimento refere-se a projetos que visam mobilizar a opinião pública em geral, bem como setores específicos da sociedade (professores, educadores, jovens, políticos, decisores económicos, jornalistas) para a compreensão das questões do desenvolvimento e da cooperação e para a necessidade de mudança de atitudes e de decisão, ao nível de políticas e do quotidiano (ibidem, pp. 61).

Cooperar para o desenvolvimento implica envolver as populações na definição, planificação e criação do seu próprio futuro de forma auto-sustentada. Trata-se de uma perspetiva de longo prazo e na qual se exige um acompanhamento e avaliação constantes. Incluem-se nesta classificação ações de assessoria técnica, de capacitação institucional em áreas como saúde, educação, água e saneamento, comunicação social, telecomunicações, ambiente e infraestruturas (ibidem, pp.62).

Cooperação técnica com um país em vias de desenvolvimento implica atividades de ajuda destinadas a desenvolver os recursos humanos, através de melhoria dos níveis de qualificação, conhecimentos, saberes técnicos e capacidade produtiva (OCDE, 1992). Um objetivo particularmente relevante da cooperação técnica é o desenvolvimento institucional, tais como ministérios, estruturas administrativas locais, hospitais, escolas ou mesmo empresas privadas. Para isso é necessário preparar recursos humanos capazes de promoverem o funcionamento e gestão de forma eficaz e sustentável. A cooperação técnica absorve uma fração apreciável da receita destinada por cada país para ajuda pública ao desenvolvimento.

Portugal desenvolve projetos de cooperação para o desenvolvimento em vários pontos do Mundo, em particular em países que adotaram como língua oficial o português. Timor-Leste, o primeiro país a tornar-se independente no século XXI, em 2002, é o destinatário do projeto que a seguir se apresenta.

A REESTRUTURAÇÃO CURRICULAR DO ENSINO SECUNDÁRIO GERAL DE TIMOR-LESTE

O projeto de cooperação para o desenvolvimento com Timor-Leste, conduzido do ponto de vista técnico e científico por uma equipa sediada na Universidade de Aveiro, tem como finalidade reestruturar o ensino secundário geral (ESG), dotando o sistema educativo de um plano curricular adequado, previamente definido como um ciclo de três anos após a escolaridade básica e obrigatória de 9 anos, conceber os programas das disciplinas respetivas e elaborar manuais para alunos e guias de professor, para todas as disciplinas e para os três anos de escolaridade. Todos os documentos produzidos para as várias disciplinas (total 14) obedecem a princípios orientadores comuns, quer na sua estrutura, quer nos princípios e orientações metodológicas que preconizam.

A finalidade deste texto é apresentar, descrevendo e fundamentando, as orientações seguidas pelas equipas de autores das disciplinas de ciências experimentais (biologia, física, geologia e química) que integram o plano curricular do ensino secundário geral de Timor-Leste. As quatro equipas disciplinares são constituídas por treze investigadores, professores do ensino superior e secundário, das áreas específicas e de educação em ciência. O projeto encontra-se na sua etapa final de conclusão dos manuais e guias para 12.º ano.

A metodologia de trabalho adotada pela equipa, e para as 14 disciplinas, contemplou três fases: (i) exploratória; (ii) elaboração de propostas de trabalho; (iii) adequação e melhoria das mesmas através de trabalho interpares, envolvendo autores portugueses e professores timorenses; (iv) redação da versão final dos documentos pela equipa portuguesa.

As fases (i) e (iii) foram conduzidas em Timor-Leste, tendo a equipa portuguesa realizado missões técnicas onde se pôde inteirar do modo de funcionamento das escolas, das condições logísticas (infraestruturas, gestão e organização escolar), equipamentos e metodologias de ensino, de aprendizagem e de avaliação praticadas, do nível de formação dos professores. Foi um longo trabalho de imersão numa cultura diferente mas muito rica, numa sociedade muito débil do ponto de vista económico mas desperta para a mudança. Timor-Leste havia escolhido o português como uma língua oficial e língua de ensino. Os documentos (programas, manuais e guias) deveriam ser escritos em português, uma dificuldade acrescida para muitos professores tendo em conta o longo período (1975-1999) de ocupação indonésia de Timor-Leste, durante o qual foi proibido o uso da língua portuguesa.

Nas fases (ii) e (iv) as equipas de autores contactaram outros especialistas e muitos documentos sobre Timor-Leste com a preocupação de preparar textos contextualizados na sociedade timorense e adequados à faixa etária a que se destinavam. A colaboração inter-equipas, não só entre as equipas de ciências experimentais mas envolvendo também elementos das outras disciplinas (no total 14), foi muito profícua. Partilharam-se fotografias, relatos de experiências vividas, contextos de sala de aula visitados, questões e dificuldades de professores, formas de funcionar das escolas, dimensão das turmas, duração de tempos letivos, conteúdos curriculares em vigor. A diferença entre a realidade educativa timorense e europeia / ocidental era enorme e era necessário trabalhar para construir uma proposta curricular, programas e recursos didáticos adequados para o ensino secundário e dignos dessa classificação num quadro de referência de cariz internacional. Isso era devido a alunos e professores de Timor-Leste.

O plano curricular do ensino secundário geral

Tal como já apresentado anteriormente (Martins & Ferreira, 2013), a conceção do plano curricular para o ensino secundário geral (ESG) teve em conta princípios consagrados na *Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável* (2005-2014) e orienta-se para o cumprimento dos *objetivos de desenvolvimento do milénio*. Concluída a etapa da educação básica (9 anos), o ensino secundário geral estrutura-se segundo dois percursos alternativos (ciências e tecnologias; ciências sociais e humanidades), com um tronco comum. Em ambos os percursos, o ESG poderá ser uma etapa terminal da formação escolar ou uma base para o prosseguimento de estudos de nível superior.

A **Componente de ciências e tecnologia** (C&T) engloba as disciplinas de *biologia, física, geologia, química e matemática*. Tal como então apresentado (Martins & Ferreira, 2013) são finalidades desta componente C&T, promover:

1. A consolidação da formação técnico-científica e pessoal dos jovens alunos visando o ingresso no ensino superior em áreas como engenharia, ciências da saúde, formação de professores, entre outras, valorizando a autonomia na formação de profissionais qualificados;
2. O reconhecimento de condições materiais e humanas necessárias à tentativa de resolver problemas, bem como da importância de mobilizar competências em ciências e tecnologias necessárias a tal desempenho;
3. A compreensão da multiplicidade de fatores que podem contribuir para o agravamento de problemas atuais, em particular os que são relacionáveis com a ciência e a tecnologia;
4. A promoção de tomadas de consciência das principais problemáticas atuais, com dimensões científicas e tecnológicas;
5. *O desenvolvimento de uma perspectiva de interdisciplinaridade, capaz de articular saberes próprios das disciplinas científico-tecnológicas, e de outras, no âmbito de uma matriz social;*
6. *O aprofundamento de competências linguísticas, nucleares em ciências físico-naturais e matemática;*
7. *A valorização do pensamento crítico e da capacidade de argumentação relativamente a temáticas científico-tecnológicas, visando a promoção de uma literacia e cidadania intervenientes.*

O presente texto foca-se nas orientações, princípios e ações das quatro disciplinas de ciências experimentais (*biologia, física, geologia, química*). Estas, no entanto, conscientes que a conceção de um currículo é um trabalho fortemente impregnado de valores sobre educação e o papel da escola. A consciência de investigadores e educadores sobre o seu papel na seleção dos objetivos e finalidades educacionais que devem nortear o

desenho curricular é cada vez mais profunda e proliferam ideias sobre “currículo internacionalizado”. As perspectivas curriculares são múltiplas, levando à criação de associações e revistas científicas dedicadas a estudos curriculares. Também os autores de currículos trabalhando em contextos internacionais ou transnacionais são confrontados com juízos morais e éticos sobre as propostas que constroem, baseadas, sobretudo, em modelos curriculares ocidentais onde os Estados Unidos têm um peso preponderante. Particularmente em projetos de cooperação entre países desenvolvidos e países em vias de desenvolvimento, para o desenho curricular, colocam-se questões sobre o impacto nos produtos finais das ideias dos primeiros sobre ensino, aprendizagem e políticas educativas, bem como sobre o efeito na comunicação e colaboração entre equipas de antigas relações históricas entre os dois países, por exemplo o segundo ter sido uma colónia do primeiro (Mason & Helfenbein, 2012).

ORGANIZAÇÃO CURRICULAR

As quatro disciplinas estão estruturadas para os três anos de escolaridade, com três tempos letivos semanais para cada uma, havendo um reforço de um quarto tempo letivo no 12.º ano para física e biologia. A opção por este acréscimo tem a ver com a importância destas disciplinas em estudos superiores de tecnologias/engenharias (caso da física) e na área da saúde (caso da biologia). Ambos os domínios representam setores-chave para o desenvolvimento de Timor-Leste.

Os programas das quatro disciplinas procuram concretizar ao nível disciplinar as finalidades assumidas no plano curricular, as orientações do Plano estratégico nacional da educação 2011-2030 para Timor-Leste (ME, 2011), bem como capacitar os jovens para a reflexão sobre o papel dos avanços do conhecimento científico e tecnológico no mundo atual. Em suma, pretende-se que os alunos aprofundem conhecimentos sobre o mundo natural, conheçam conceitos, princípios e metodologias de abordagem científica, aplicações tecnológicas e suas implicações numa perspetiva de desenvolvimento sustentável.

Cada um dos programas disciplinares preconiza as competências gerais transversais que os alunos deverão desenvolver ao longo dos três anos, as quais lhes permitirão preparar-se para o exercício consciente e responsável de cidadania ativa e interventiva. São ainda enunciadas as competências específicas da respetiva área disciplinar, as quais estão diretamente relacionadas com os temas e conceitos a ser desenvolvidos.

O tema do desenvolvimento da competência científica está em discussão pública e tem sido objeto de muitos trabalhos académicos. Os estudos de avaliação PISA vieram evidenciar dificuldades de muitos estudantes, em muitos dos países envolvidos, sobre a transferência de saberes adquiridos para novos contextos de aplicação. A relevância social do conhecimento científico e tecnológico não pode ser apenas um *slogan* partilhado por especialistas. É necessário que, na prática, se tomem medidas de intervenção educativa que possam contribuir para o desenvolvimento de competências básicas consideradas como “conjunto integrado de conhecimentos, capacidades, atitudes e valores que se consideram indispensáveis para o desenvolvimento pessoal e para uma participação satisfatória na sociedade” (Pedrinaci et al., 2012, pp. 274). Advogam estes autores que a competência científica deve fazer parte das competências básicas e como tal deve ser um eixo orientador para a organização do currículo, para a seleção de temas e conceitos, orientando para o modo de os ensinar e avaliar. Os mesmos assumem como competência científica o “conjunto integrado de capacidades para utilizar o conhecimento científico para descrever, explicar e prever fenómenos naturais; para compreender os traços característicos da ciência; para formular e investigar problemas e hipóteses, bem como para se documentar, argumentar e tomar decisões pessoais e sociais sobre o mundo natural e as alterações geradas pela atividade humana” (ibidem, pp. 274).

Programas disciplinares

O currículo do ensino secundário geral de Timor-Leste está desenhado na continuidade do currículo do ensino básico, 3.º ciclo, pretendendo-se que contribua para a consolidação de competências já adquiridas e estimulando a autonomia progressiva dos alunos do ensino secundário. Dever-se-á, pois, proporcionar aos alunos uma visão abrangente e integrada de várias áreas temáticas relevantes para este nível de estudos, seguindo orientações internacionais da investigação em educação em ciência, em particular a perspetiva ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e pressupostos de Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS). A primeira, CTS, permite uma abordagem integradora e globalizante da organização e construção de saberes científicos; a segunda, EDS, é um dos pilares para o desenvolvimento humano e a concretização dos ODM, tal como está consagrado na década das Nações Unidas para a EDS (2005-2014). Em todos os temas dá-se relevância a problemas atuais que afetam as sociedades e discutem-se propostas de solução, em particular aquelas que permitem melhorar a qualidade de vida dos cidadãos

de Timor-Leste, num quadro mais amplo de sustentabilidade do sistema Terra. Em traços gerais, eis as orientações temáticas dos programas.

(i) Biologia:

O programa está estruturado em torno da grande temática “Biodiversidade – conhecer e valorizar para viver melhor”, a qual se assume como ideia central do programa. Em cada um dos anos desenvolvem-se três unidades sobre temáticas específicas: biodiversidade e dinâmicas de vida; interações biológicas e saúde humana; matéria e energia para a vida; dinâmicas biológicas e produção vegetal; dinâmicas biológicas e produção animal; biodiversidade, evolução e classificação; crescimento e renovação dos organismos; reprodução e variabilidade dos seres vivos; biodiversidade e património genético.

(ii) Física:

O programa desenrola-se em cada ano de escolaridade segundo um tema, o qual é desdobrado em três unidades temáticas específicas. No tema “Mobilidade em segurança e recursos energéticos” estão incluídas as unidades: Do repouso ao movimento; movimentos em segurança; energia e os movimentos. No tema “Perceção humana e o desenvolvimento sustentável” incluem-se as unidades: Das estrelas ao aquecimento na terra; os fluidos na terra; da luz das estrelas à visão na terra. O tema “Tecnologias e qualidade de vida” inclui as unidades: a energia elétrica na sociedade; da produção de energia às telecomunicações na sociedade; radiação nuclear – riscos e benefícios na sociedade.

(iii) Geologia:

O programa tem como tema organizador “A geologia de Timor-Leste e a sustentabilidade do território: passado, presente e perspectivas futuras”. Em cada ano de escolaridade existe uma ideia central (O que somos; a nossa história; que futuro teremos), para a definição das unidades temáticas, quatro no 10.º, quatro no 11.º e três no 12.º ano. As unidades temáticas concebidas são: Timor-Leste – viver e conviver; A terra – o ovo e a casca; rochas e minerais – os tijolos da terra; deformação das rochas – a força da terra; o tempo dos geólogos; a lição dos fósseis; as reconstituições do passado; o passado geológico de timor-leste; geologia e sociedade; riscos geológicos; recursos geológicos.

(iv) Química:

O programa está estruturado segundo um tema geral em cada ano de escolaridade, o qual se desdobra em duas unidades temáticas. No 10.º ano o tema é “Sobrevivência e qualidade de vida”, incluindo as unidades: materiais, resíduos e gestão de riscos; alimentação, higiene e saúde. no 11.º ano o tema “Recursos materiais e sustentabilidade ambiental” desdobra-se nas unidades: matérias-primas, recursos energéticos e consumo; qualidade da água, ar e solo. no 12.º ano para o tema “Controlo de qualidade, saúde e segurança”, existem as unidades: técnicas laboratoriais, segurança alimentar e qualidade ambiental; meios de diagnóstico e investigação forense.

Uma análise mais detalhada dos programas permite constatar o seu carácter complementar para a formação dos alunos em temas relevantes do ponto de vista pessoal, social, cultural, científico-tecnológico, bem como a importância do conhecimento gerado para a qualificação de recursos humanos indispensáveis para o desenvolvimento do país. A contextualização de temas na sociedade timorense assume-se como uma via para ajudar os alunos a compreender a relevância do conhecimento científico e tecnológico para o crescimento e desenvolvimento de Timor-Leste. Mais ainda, todas as disciplinas procuram aprofundar a ideia que a ciência é uma atividade humana, uma forma de pensar e de compreender.

Todos os programas advogam a realização de trabalho prático, experimental e laboratorial, relevando a importância de atividades a realizar pelos alunos na aprendizagem a desenvolver, à semelhança do que é defendido por muitos autores, investigadores e professores (Rocard *et al.*, 2007).

METODOLOGIAS E ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

As metodologias de ensino que se preconizam para o desenvolvimento do plano curricular deverão estar em consonância com as metas de aprendizagem e competências que se pretende que os alunos alcancem. Apesar da existência de fatores condicionantes de todo o processo, tais como, os recursos didáticos disponíveis, a formação dos professores e as condições logísticas, nesta secção pretende-se refletir sobre as orientações didáticas seguidas para as disciplinas de ciências experimentais.

São quatro os princípios didáticos preconizados: processo de ensino centrado no aluno; valorização de atividades práticas com promoção da colaboração e comunicação interpares; exploração de interrelações CTS (em particular através de trabalho prático de cariz questionante); integração de aspetos de história da ciência.

Valorizando-se as atividades práticas no processo de aprendizagem estas estão concebidas, nas quatro disciplinas, para diversos graus de complexidade (experiências sensoriais; demonstrações; exercícios; atividades experimentais com controlo de variáveis; investigações).

Estas e as outras disciplinas do plano curricular organizam-se de forma integrada com vista a contribuir para: (i) o desenvolvimento de hábitos de estudo, individuais e coletivos, importantes para a diversificação e consolidação de competências de aprendizagem; (ii) a valorização da aplicação prática de conhecimentos, procurando relacionar conteúdos e metodologias com os desafios da realidade envolvente; (iii) o fortalecimento da auto-estima e da autonomia do aluno, com o objetivo de estimular a tomada de decisões e a participação ativa em todas as dimensões da vida em comunidade; (iv) o acesso e utilização de tecnologias multimédia; (v) o respeito e valorização da diversidade linguística, cultural, religiosa e social dos alunos, com vista à criação de uma sociedade intercultural multifacetada justa e solidária.

A conclusão da formação de nível secundário é hoje um dos objetivos do poder político de muitos países e a compilação de indicadores fiáveis que permitam analisar de forma comparativa a situação em cada caso é fundamental. A atestar tal importância está o relatório anual “*Education at a Glance 2012*” (OCDE, 2012) que este ano desenvolve o tema “*How many young people finish secondary education?*”. Com base nos atuais indicadores de qualificação, estima-se, neste relatório, que, em média, cerca de 84% dos jovens de hoje dos países da OCDE venha a completar o ensino secundário, e que este nível de estudos em breve se torne a qualificação mínima para conseguir aceder a uma atividade profissional. A atenção que Timor-Leste está a dedicar a este nível de formação é, portanto, um indicador relevante.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto em curso para conceber o ESG de Timor-Leste, elaborando os instrumentos que consagram a orientação política (plano curricular e programas das disciplinas que o integram), bem como os respetivos recursos didáticos para alunos (manuais) e professores (guias) é de enorme dimensão e ambição. A questão não é apenas quanto à extensão dos documentos, mas é, sobretudo, quanto à definição das linhas orientadoras a seguir. É certo que as equipas portuguesas procuraram aprofundar o seu conhecimento sobre a realidade timorense e a sua cultura onde se inclui a cultura escolar, mas, mesmo assim, não será possível situar ao mesmo nível de participação as equipas timorenses e portuguesas. O fenómeno da globalização atingiu praticamente todos os setores de atividade humana e o desenvolvimento curricular é um deles. Questiona-se a legitimidade de uns países, predominantemente ocidentais, quererem impor os seus padrões e epistemologias sobre desenvolvimento curricular a países que outrora foram suas colónias (Camicia & Bayon, 2012). O trabalho de colaboração entre pares deveria permitir alcançar um currículo “descolonizado”, isto é, livre do discurso de colonizador para colonizado e, para isso, seria mais apropriado falar em “aliança” em vez de “colaboração” curricular (*ibidem*).

Transferência entre diferentes culturas, contextos económicos, sociais, geográficos, seja de ideias, propostas e ou recursos didáticos é uma tarefa difícil e com muitos riscos. É necessário haver confiança mútua, abertura de espírito e, sobretudo, respeito pelo outro. As diferenças existentes entre populações num mundo caracterizado pela globalização não são justas para os mais desfavorecidos. No domínio da educação o acesso à escola é o indicador referido em primeiro lugar mas não basta saber quantos anos um jovem passa na escola. É preciso ter em conta a qualidade da educação que nela se pratica (condições logísticas de organização e gestão, dimensão das turmas, formação dos professores, recursos didáticos e apoios escolares são alguns dos indicadores a ter em conta). Se considerarmos a educação em ciência, e tomando como referência a investigação conduzida a nível internacional, é necessário dispor de laboratórios e equipamentos que permitam viabilizar as propostas didáticas. É hoje consensual que o acesso à educação em ciência deve ser um direito de todos, adequado ao nível etário, a características do foro individual, psicológico e físico-motor, adaptado ao ambiente sócio-cultural e económico de cada grupo na escolha de temas, problemas e contextos de abordagem. A ciência é um saber universal mas isso não significa que as abordagens didáticas sejam as mesmas em todos os lugares e ao longo dos anos.

Timor-Leste é um caso de sucesso em determinação e persistência contra a ocupação do território. Desde 2002 é um país independente, de pleno direito em todos os *fora* internacionais, com uma posição geo-estratégica privilegiada na região Ásia-Pacífico. A batalha da educação é uma das que enfrenta, indispensável ao seu desenvolvimento e autonomia plena. Nada tem um efeito tão libertador nos povos como a educação. A cooperação internacional é uma responsabilidade para quem quiser aceitar o compromisso. A proposta de reestruturação curricular do ESG em curso em Timor-Leste é um projeto muito exigente mas será uma via para o seu crescimento e desenvolvimento. Para

aprofundar inter-relações desenvolvimento sustentável / cidadania / educação será sempre de ter em conta dimensões de educação *em, sobre e pelas* ciências.

A implementação do novo currículo, com utilização dos novos manuais e guias necessita de ser acompanhada e avaliada. A formação de professores é um domínio onde há uma intervenção enorme para ser feita, e já começou, mas há um longo caminho a percorrer. Também será necessário olhar para os resultados “a partir de dentro”, por oposição a visões “colonizadoras”. A educação em ciências em Timor-Leste, segundo padrões internacionais, é um propósito mas isso não dispensa o seu enquadramento numa perspetiva multicultural, num mundo que é plurilingue.

AGRADECIMENTO

O projeto de reestruturação curricular do ESG de Timor-Leste é desenvolvido por uma equipa de cerca de 60 especialistas. Nas quatro disciplinas de ciências referidas neste texto trabalham 13 investigadores, docentes experientes do ensino superior e secundário. A coordenação científica das equipas é assegurada por *Conceição Santos* (biologia), *Luís Cadillon Costa* (física), *Luís Marques* (geologia) e *Maria Arminda Pedrosa* (química). A todos agradeço a parceria empenhada no projeto.

BIBLIOGRAFIA

Aikenhead, G., *Educação Científica para todo*, Edições Pedagogo, Mangualde, 2009.

Camicia, S. & Bayon, A., Curriculum development collaboration between colonizer and colonized. In Mason, T. C. & Helfenbein, R. J. (eds.), *Ethics and International Curriculum Work. The challenges of culture and context*, Information Age Publishing Inc, Charlotte, NC, 2012, pp. 73-92.

Fernandes, A. P., Os actores da cooperação para o desenvolvimento. In Afonso, M. M., & Fernandes, A. P., *abCD Introdução à Cooperação para o Desenvolvimento*, Instituto Marquês de Valle Flor, Oikos – Cooperação e Desenvolvimento, Lisboa, 2005, pp. 43-70.

Martins, I. P., & Ferreira, A., A Reestruturação Curricular do Ensino Secundário Geral em Timor-Leste – Um caso de cooperação da Universidade de Aveiro no domínio da educação. In *Pelos Mares da Língua Portuguesa*, Colóquio Internacional Festlatino, Universidade de Aveiro (aceite e prevista publicação em 2013).

Mason, T. C. & Helfenbein, R. J. (eds.), *Ethics and International Curriculum Work. The challenges of culture and context*, Information Age Publishing Inc, Charlotte, NC, 2012.

Ministério da Educação, *Plano Estratégico Nacional da Educação 2011-2030*. Ministério da Educação, Dili, Timor-Leste, 2011.

OCDE/Comité de Ajuda ao Desenvolvimento, *Princípios do CAD para uma ajuda eficaz*, OCDE, Paris, 1992.

OCDE, How many young people finish secondary education? In *Education at a Glance 2012. Highlights*. OCDE Publishing, 2012.

Pedrinaci, E. (coord.), Caamaño, A., Canal, P., & de Pró, A., *El desarrollo de la competencia científica*, Editorial GRA, Barcelona, 2012.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (High Level Group on Science Education), *Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, Comissão Europeia, Bruxelas, 2007

http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf, acedido em 16 novembro 2012.

Received 19-11- 2012/ Approved 29-04-2013

Mapeamento conceitual e o uso de conceito obrigatório para fazer avaliação diagnóstica dos conhecimentos dos alunos

Concept mapping and the use of compulsory concept to make diagnostic assessment of students' knowledge

CAMILA APARECIDA TOLENTINO CICUTO, PAULO ROGÉRIO MIRANDA CORREIA

Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil, prmc@usp.br

Resumo

Mapas conceituais (MCs) são poderosos organizadores gráficos usados para representar o conhecimento e a informação. As estruturas hierárquicas inapropriadas ou limitadas (LIPs), propostas por Novak, referem-se a erros conceituais que ocorrerem mesmo quando os alunos optam pela aprendizagem significativa. O objetivo deste trabalho é propor a utilização de um conceito obrigatório (CO) durante o processo de elaboração de MCs, a fim de tornar as LIPs visíveis e aumentar a qualidade dos comentários (feedbacks) que o professor pode fazer durante o processo de ensino-aprendizagem. MCs sobre bioética foram utilizados como exemplos para ilustrar o potencial do uso de MCs com CO (“mais controversia”). A identificação de LIPs na rede proposicional ajudou o professor a fazer uma avaliação diagnóstica dos erros conceituais dos alunos, direcionando seus comentários de acordo com o tipo de erro cometido pelos alunos. Acreditamos que o uso de MCs com CO promove a ressonância pedagógica entre o professor e os alunos e permite uma interação social adequada para que os alunos mantenham a sua opção pela aprendizagem significativa durante toda a disciplina.

Palavras-chave: avaliação diagnóstica, conceito obrigatório, erro conceitual, mapas conceituais, ressonância pedagógica.

Abstract

Concept maps (Cmaps) are powerful graphic organizers used to represent knowledge and information. The limited or inappropriate propositional hierarchies (LIPs), proposed by Novak, refer to conceptual errors that exist even when students choose to learn meaningfully. The aim of this work is to present the use of a compulsory concept (CC) to make Cmaps in order to make LIPs visible and increase the quality of teachers' feedback during the learning process. Student-made Cmaps about bioethics illustrates the potential of using Cmaps with a CC (“more controversy”). The LIPs identification in the Cmap propositional network helped the teacher to make a diagnostic assessment of students' conceptual errors, directing comments

according to the error made by them. We believe that the use of Cmaps with CC can promote the pedagogical resonance between teacher and students, which provide an adequate scaffold to students helping them to learn meaningfully throughout the course.

Key words: compulsory concept, concept maps, conceptual mistake, diagnostic assessment, pedagogic resonance.

Abreviações usadas nesse texto:

CC: conceito complementar

CN: Ciências da Natureza

CO: conceito obrigatório

CV: conceito vizinho

LIPs: estruturas hierárquicas inapropriadas ou limitadas, do inglês *limited or inappropriate propositional hierarchies*

MCs: mapas conceituais

INTRODUÇÃO

Os mapas conceituais (MCs) foram desenvolvidos por Joseph Novak e seu grupo de pesquisa na Universidade de Cornell (Novak e Musonda, 1991). Eles são uma forma esquemática de representar os modelos mentais presentes na estrutura cognitiva de um indivíduo. Os MCs podem ser definidos como um

* Parte desse trabalho foi apresentada oralmente durante a *Fifth International Conference on Concept Mapping*, realizada na Universidade de Malta entre os dias 17 e 20 de setembro de 2012.

conjunto de conceitos imersos em uma rede proposicional. As proposições são as estruturas fundamentais dos MCs, visto que elas relacionam dois conceitos por meio de um termo de ligação que expressa, explicitamente, a relação conceitual existente entre eles (Novak, 2010). A ausência do termo de ligação dificulta a comunicação de ideias e pode estar relacionada com a falta de entendimento sobre a relação entre os conceitos. A inclusão de um termo de ligação faz com que os MCs sejam mais poderosos do que outros organizadores gráficos utilizados para representar o conhecimento e a informação. Os mapas mentais, por exemplo, mostram a associação hierárquica de conceitos sem revelar as relações conceituais entre eles (Davies, 2011; Goodwin e Orlik, 2000).

A fundamentação teórica que subjaz o mapeamento conceitual está alinhada com a teoria da assimilação através da aprendizagem e da retenção significativas (Ausubel, 2000) e com a teoria educacional de Novak (Novak, 2010). As ideias de Ausubel e Novak são fundamentais para compreender o potencial dos MCs para promover a aprendizagem significativa, em detrimento da aprendizagem mecânica.

A teoria da assimilação através da aprendizagem e da retenção significativas destaca três condições fundamentais que devem ser observadas para que se verifique a aprendizagem significativa (Ausubel, 2000): os conhecimentos prévios do aluno devem ser considerados como o ponto de partida para a nova aprendizagem, o material instrucional deve ser potencialmente significativo, e o aluno deve optar deliberadamente por aprender significativamente. A teoria de Ausubel refere-se à descrição do processo de aprendizagem como um *continuum* entre dois extremos, chamados de aprendizagem significativa e mecânica (Ausubel, 2000; Mayer, 2002). A diferença fundamental entre elas está na forma de relacionar as novas informações com os aspectos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de cada indivíduo. Na aprendizagem mecânica, as relações são estabelecidas de forma arbitrária e literal; já na aprendizagem significativa, as relações são estabelecidas de maneira não arbitrária e não literal. Nesse último caso, os alunos utilizam seus conhecimentos prévios para conferir significado às novas informações (Ausubel, 2000).

A diferenciação progressiva e reconciliação integrativa são dois processos que ocorrem durante a aprendizagem significativa. No processo da diferenciação progressiva, ideias mais gerais presentes na estrutura cognitiva do aluno se modificam na medida em que ele interage com as novas informações. Na reconciliação integrativa, as ideias, conceitos ou proposições existentes na estrutura cognitiva podem ser recombinações por similaridades ou diferenças gerando novos significados, proporcionando uma reorganização da estrutura cognitiva (Ausubel, 2000).

Aprender significativamente requer maior esforço cognitivo por conta da necessidade de relacionar o conhecimento prévio com a nova informação. Portanto, na aprendizagem significativa o aluno precisa conferir sentido entre o que ele já sabe e o novo conhecimento. Isso não é necessário quando a aprendizagem ocorre de forma mecânica. A aprendizagem significativa depende das idiossincrasias de cada pessoa (por exemplo, o conhecimento prévio, experiências, a auto-eficácia, valores e crenças), das estratégias de

ensino utilizadas, e do desejo intrínseco dos alunos de encontrar significado para a nova informação (Ausubel, 2000; Novak, 2010).

A Teoria Educacional de Novak inclui uma visão humanista à perspectiva cognitiva desenvolvida por Ausubel. Além de pensar, os seres humanos também sentem e agem, e todos esses aspectos são formas de aprendizagem que devem ser combinadas na criação de novos conhecimentos. Portanto, o desafio educacional é gerenciar todas as três formas de aprendizagem: a aquisição de conhecimento (aprendizagem cognitiva), a mudança na emoção ou sentimentos (aprendizagem afetiva) e o ganho de aptidão física ou motora (aprendizagem psicomotora). Essas formas de aprendizagem se combinam para aumentar a capacidade de uma pessoa em conferir sentido às suas experiências. A partir dessa perspectiva humanista, Novak propõe uma nova definição de aprendizagem significativa que tem orientado o uso que nós fazemos dos MCs: a aprendizagem significativa deve promover a integração construtiva entre o pensar, o sentir e o agir, levando ao empoderamento do indivíduo (Novak, 2010). Ele deve se tornar capaz e responsável pela condução do seu processo de aprendizagem, visto que a aprendizagem por toda a vida é uma demanda da sociedade do conhecimento (Visser e Visser-Valfrey, 2008).

Estruturas hierárquicas inapropriadas ou limitadas como ponto de partida para promover a aprendizagem significativa

A aprendizagem significativa não implica na ausência de erros conceituais. Novak (2002) propôs o conceito “Estruturas hierárquicas inapropriadas ou limitadas” (LIPHs, do inglês *Limited or inappropriate propositional hierarchies*) para se referir de forma geral aos erros conceituais. As LIPHs nos MCs são decorrência da falta de clareza semântica que algumas proposições podem apresentar, revelando erros conceituais ou uma compreensão limitada sobre o tema mapeado. A utilização de termos de ligação mal selecionados pode diminuir a precisão da mensagem das proposições, e isso é facilmente percebido durante a leitura dos MCs (Fig. 1).

A Fig. 1a não é uma proposição. A ausência do termo de ligação (Fig. 1a) revela a associação entre os conceitos, mas não dá pistas sobre a relação conceitual entre eles. Esta situação é semelhante quando o termo de ligação não apresenta verbos (Fig. 1b), porque a relação conceitual expressa sem verbos não forma uma declaração assertiva. Nesse caso, a proposição é limitada (L). Pequenas mudanças no termo de ligação podem mudar radicalmente o sentido da informação (compare as mensagens das proposições das Figs. 1c-1d). A inclusão da palavra “não” inverte o sentido da mensagem, sendo esse um exemplo eloquente da importância do termo de ligação para representar com clareza a relação entre os conceitos. A proposição da Fig. 1c é conceitualmente incorreta (ela é inapropriada); já a proposição da Fig. 1d é conceitualmente correta (ela é apropriada). Esse conjunto de proposições faz mais do que destacar o papel articulador do termo de ligação para expressar claramente as ideias. Ele mostra a possibilidade que o mapeador tem para ajustar finamente o sentido das mensagens que expressam as relações conceituais dos MCs, a fim de melhor externalizar e comunicar seus pensamentos.

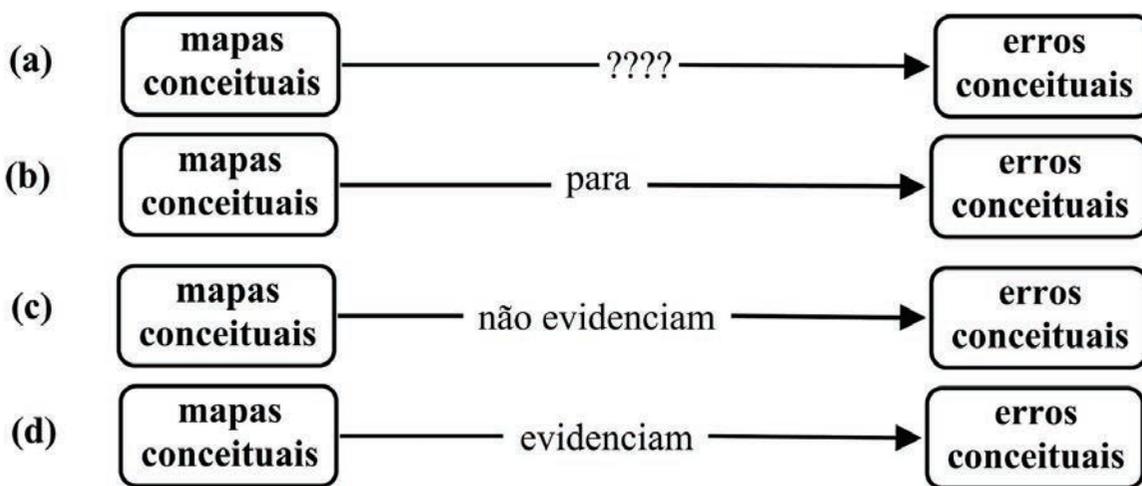


Figura 1. Variação do nível de clareza semântica da proposição, de acordo com o termo de ligação utilizado. A estrutura (a) não é uma proposição devido à ausência de termo de ligação. A proposição (b) tem sua clareza comprometida por conta da falta de verbo no termo de ligação, sendo ela classificada como limitada (L). As proposições (c-d) tem clareza semântica adequada, permitindo avaliação da correção conceitual. Elas são inadequada (I) e adequada (A), respectivamente.

Um desafio educacional cotidiano é manter os alunos comprometidos com a aprendizagem significativa. Os comentários (*feedbacks*) sobre o desempenho dos alunos nas avaliações são importantes para manter a opção deles por aprender de forma significativa ao longo de todas as aulas. A Fig. 2 mostra dois ciclos que representam sequências de eventos que podem ocorrer durante o processo de ensino-aprendizagem.

A Fig. 2a apresenta um ciclo com quatro eventos indesejáveis. Esse ciclo ocorre quando não é utilizada uma avaliação diagnóstica rápida durante o processo de ensino-aprendizagem (1). Nesta situação, o professor tem dificuldade para lidar com a grande quantidade de MCs, devido à falta de um método para classificar as mensagens ingênuas e erros conceituais (LIPHs) rapidamente. A quantidade de MCs gera uma elevada carga de trabalho para o professor, que não pode fazer comentários adequados sobre os erros conceituais cometidos pelos alunos (2). A baixa qualidade dos comentários dificulta a ressonância entre eles (3). Nesse caso, não há uma interação social adequada para a manutenção da aprendizagem significativa durante todo o curso (4). A ressonância pedagógica, que é a ponte entre o conhecimento dos professores e aprendizagem dos alunos (Kinchin, Lygo-Baker e Hay, 2008), não se estabelece adequadamente. Consequentemente, os alunos podem abandonar a opção inicial pela aprendizagem significativa, passando a optar pela aprendizagem mecânica.

A Fig. 2b apresenta um ciclo com quatro eventos desejáveis. Ele ocorre quando há uma rápida avaliação de diagnóstica dos MCs durante o processo de ensino-aprendizagem (1). A utilização de uma avaliação diagnóstica permite a rápida identificação das proposições ingênuas e erros conceituais (LIPHs). Neste caso, há uma estratégia para se avaliar rapidamente os MCs produzidos pelos alunos, indicando os erros conceituais que foram cometidos (2), há o estabelecimento da ressonância pedagógica (3) por meio de discussões e reflexões sobre o tema mapeado (Kinchin, Lygo-Baker e Hay, 2008). Os MCs passam a ser instrumentos gráficos que servem para mediar a interação social entre o professor e seus alunos. Essa ressonância pedagógica torna provável que os alunos mantenham sua opção pela aprendizagem significativa durante todo o curso (4). Nesse caso, a identificação das LIPHs é utilizada como ponto de partida para promover a aprendizagem significativa (Novak, 2002), desde que: a) o professor considere intencionalmente esses erros para planejar e revisar suas atividades de ensino, a fim promover a aprendizagem significativa e b) os estudantes revejam as estruturas relevantes do seu próprio conhecimento e construam novas proposições enquanto tentam ganhar uma compreensão mais profunda do tema mapeado. Por estas razões, o desenvolvimento de uma estratégia que permita a rápida avaliação diagnóstica de MCs é desejável para que o professor tire proveito dos erros conceituais cometidos pelos alunos. A identificação de LIPHs nos MCs dos alunos permite a ação do professor no âmbito do ensino (revisando os métodos de ensino e os materiais instrucionais) e no âmbito da aprendizagem (fazendo comentários específicos para os alunos, de acordo com os erros conceituais que foram cometidos).

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é propor a utilização do conceito obrigatório (CO) para tornar visíveis as LIPHs nos MCs, a fim de aumentar a qualidade dos

comentários (*feedbacks*) que o professor pode fazer durante uma avaliação diagnóstica da aprendizagem dos alunos.

O USO DE CONCEITO OBRIGATÓRIO EM MAPAS CONCEITUAIS PARA IDENTIFICAR LIPHs

A seleção do conceito obrigatório (CO) é fundamental para permitir que os alunos externalizem as relações conceituais que expressam a sua compreensão sobre um assunto. A seleção do CO deve considerar:

- A utilidade do conceito para abordar a pergunta focal de forma adequada,
- A discussão em profundidade do conceito durante as atividades didáticas e
- A seleção de um conceito que favoreça processos epistemológicos de transformação e integração do conhecimento (*threshold concept*), conforme a proposta apresentada por Meyer e Land (2005).

Um exemplo de CO, no contexto das mudanças climáticas, é o conceito de “dispersão” de poluentes. Esse conceito é fundamental para explicar cientificamente os motivos pelos quais a poluição atmosférica não fica circunscrita ao local responsável pela emissão dos poluentes. A seleção do conceito “dispersão” permite verificar se os alunos compreendem porque ações locais podem ter consequências globais no contexto das mudanças climáticas (Cicuto e Correia, 2012).

Os conceitos em um MCs podem ser classificados de acordo com sua localização a partir do CO, antes da leitura da rede proposicional. Todos os conceitos que estão diretamente ligados ao CO são classificados como conceitos vizinhos (CVs) e os demais são classificados como conceitos complementares (CCs). Esta verificação permite analisar a relevância que os mapeadores conferem ao CO por meio da contagem das proposições CO-CV (Fig. 3).

A relevância que o mapeador atribuiu ao CO para abordar uma questão focal pode ser estimada a partir do número de proposições CO-CV. Muitas proposições revelam de alta relevância (Fig. 3b), enquanto poucas proposições podem indicar a dificuldade do aluno para ligar o CO aos conhecimentos que ele tem sobre o tema a ser mapeado (Fig. 3a). Curiosamente, o número de proposições com o CO não é um bom indicador de compreensão dos alunos sobre o tema mapeado. Em alguns casos, os estudantes podem optar por seguir as instruções do professor sem qualquer preocupação com a utilidade das proposições que eles criam. O resultado esperado é um MC com muitas proposições CO-CV, mas com pouco conteúdo relevante sobre a pergunta focal ou o tema em questão (Cicuto e Correia, 2012).

As proposições CO-CV também podem ser consideradas para avaliar a ocorrência de diferenciação progressiva (Fig. 3a) ou reconciliação integrativa (Fig. 3b). No primeiro caso, os conceitos envolvidos apresentam menor profundidade nas relações estabelecidas, já que não há recombinação dos conceitos por similaridades ou diferenças. Frequentemente, os iniciantes sobre o tema mapeado preferem expressar seus conhecimentos usando essa abordagem. A reconciliação integrativa (Fig. 3b) é normalmente utilizada por especialistas sobre o tema. Esta abordagem permite a identificação de relações entre conceitos menos inclusivos com outros conceitos.

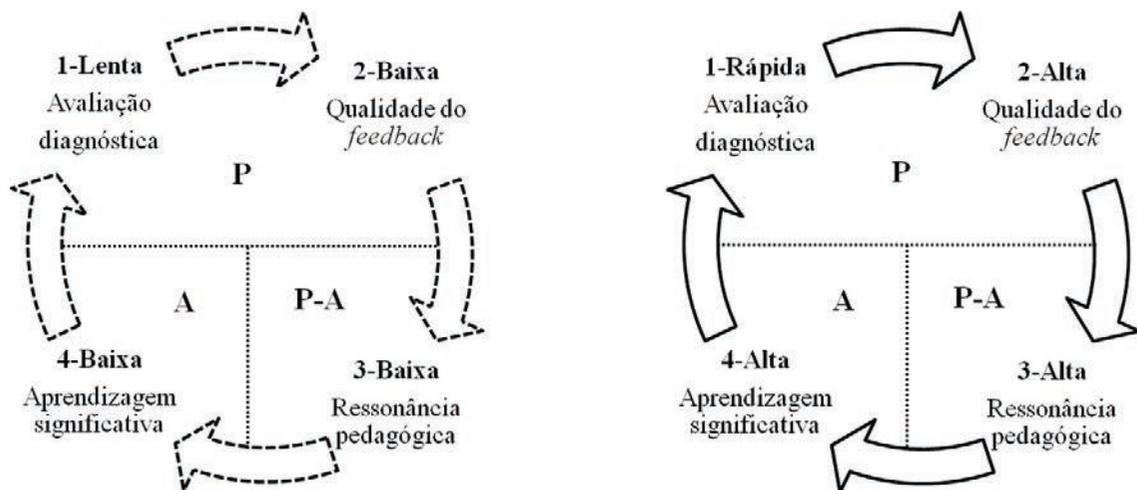


Figura 2. Como proporcionar comentários (*feedbacks*) de alta qualidade de durante o processo de ensino-aprendizagem para promover a aprendizagem significativa? Os ciclos respondem a essa pergunta em quatro etapas (avaliação diagnóstica, qualidade do feedback, ressonância pedagógica e aprendizagem significativa). As interfaces dos ciclos correspondem aos indivíduos envolvidos em cada evento: professor (P), interação entre o professor e o aluno (P-A) e aluno (A).

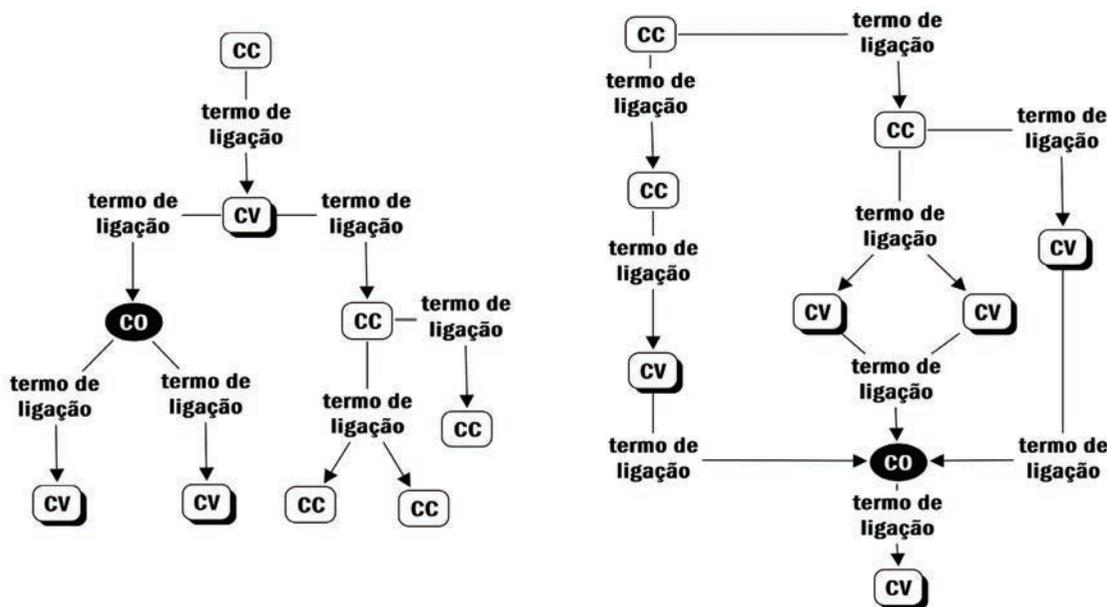


Figura 3. Classificação dos conceitos de acordo com o CO (círculo preto): conceitos vizinhos (CVs, caixas com sombra) estão diretamente ligados ao CO, enquanto conceitos complementares (CCs, caixas brancas) não são ligados diretamente ao CO. Dois padrões podem ser identificados com facilidade: MC com poucas proposições CO-CV (Fig. 3a) e MC com muitas proposições CO-CV (Fig. 3b).

O uso do CO aumenta a dificuldade de fazer um MC porque o CO não é escolhido pelos mapeadores. Consequentemente, o mapeador deve encontrar os CVs e os termos de ligação apropriados para incluir o CO na rede proposicional. Esta tarefa é mais difícil do que estabelecer proposições usando apenas conceitos selecionados pelo autor do MC. É possível que o CO não seja familiar para alguns alunos que estudaram o assunto. Neste caso, é provável que a externalização das LIPHs ocorra quando os alunos tentarem usar o CO sem uma compreensão clara sobre o seu significado. Por outro lado, quando os mapeadores escolhem todos os conceitos (não há CO para ser usado), a externalização de LIPHs é menos provável porque os alunos preferem usar apenas conceitos familiares, evitando o risco de expor as suas lacunas conceituais. Portanto, sem o uso de CO é mais difícil para os professores identificarem as LIPHs nos MCs dos alunos. Desta forma, as proposições que envolvem o CO ajudam a externalizar mensagens ingênuas (hierarquias proposicionais limitadas) ou erros conceituais (hierarquias proposicionais inapropriadas). Em ambos os casos, a identificação de LIPHs é rápida, verificando os vizinhos (CVs) e conceitos complementares (CCs) na rede proposicional. O uso de CO nos MCs pode ajudar o professor a fazer uma rápida avaliação diagnóstica da aprendizagem conceitual dos alunos.

MAPAS CONCEITUAIS SOBRE BIOÉTICA

A Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP Leste) é a primeira unidade da Universidade de São Paulo sem departamentos. Ela apresenta um Ciclo Básico que reúne um conjunto de atividades cumpridas por todos os alunos ingressantes ao longo do 1º ano da graduação (Correia et al., 2010). Seis disciplinas de caráter geral (2 horas semanais) são oferecidas no Ciclo Básico para contribuir com a formação

geral dos alunos (Tabela 1). Nesse estudo, os MCs (n = 149) foram coletados na disciplina Ciências da Natureza (CN) ministrada no 1º semestre de 2011.

Dois MCs elaborados por alunos na disciplina CN (Correia et al., 2010) são apresentados para ilustrar as discussões apresentadas no artigo. A disciplina CN está organizada de acordo com a Fig. 4.

Um período de treinamento sobre mapeamento conceitual foi oferecido aos alunos durante parte do tempo destinado às aulas 1-4. A bioética foi o principal assunto discutido no final da disciplina de CN (aulas 11-15), através

Tabela 1. Disciplinas gerais que compõem o Ciclo Básico da EACH/ USP Leste. A coleta de dados foi realizada durante as aulas da disciplina Ciências da Natureza (CN).

Disciplinas	1ºSemestre	2ºSemestre
ACH0011 Ciências da Natureza	XXX	
ACH0021 Tratamento e Análise de Dados/ Informações	XXX	
ACH0031 Sociedade, Multiculturalismo e Direitos	XXX	
ACH0012 Psicologia, Educação e Temas Contemporâneos		XXX
ACH0022 Sociedade, Meio Ambiente e Cidadania		XXX
ACH0032 Arte, Literatura e Cultura no Brasil		XXX

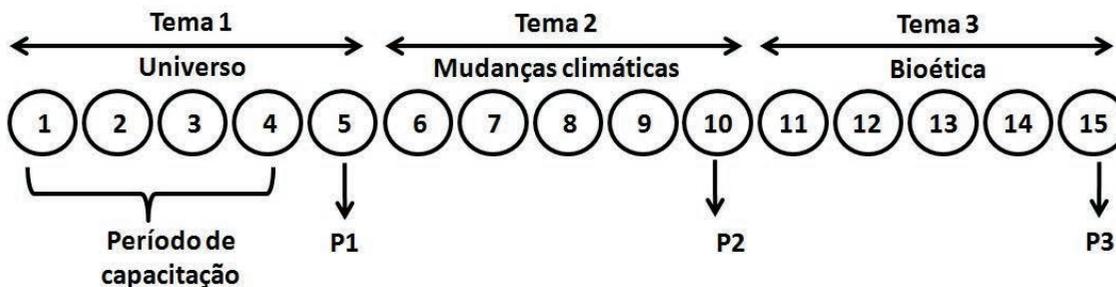


Figura 4. Organização geral da disciplina CN, com destaque para o período de intervenção na sala de aula (aulas 11-15).

da discussão dos seguintes temas: a evolução e a origem da vida (aula 11), o DNA e de biologia molecular (aula 12), implicações médicas da biologia molecular (aula 13) e a lei de biossegurança brasileira (aula 14). A prova final (P3) da disciplina (aula 15) envolveu a construção individual de um MC com nove conceitos para abordar a seguinte questão focal: “Como a bioética regula as relações entre ciência e sociedade?”. O conceito “mais controversia” foi indicado como CO. A utilização de um CO com um qualificador (mais) é uma estratégia para promover proposições dinâmicas, em vez de estáticas (Derbentseva, Safayeni e Cañas, 2007). Esse CO permite que o MC seja elaborado com proposições não somente descritivas ou estáticas (descrevem características, definem propriedades e organizam o conhecimento), mas com proposições que representam o conhecimento de forma dinâmica (envolvem movimento, ação, mudança de estado, ou dependência entre os conceitos) e com relações de causa e efeito (Derbentseva, Safayeni e Cañas, 2007). O conceito “mais controversia” foi selecionado a fim de revelar a compreensão dos alunos sobre as controvérsias relacionadas com a bioética. Nesse contexto, a utilização do CO visa estimular as relações de causa e efeito esperadas para esse tema.

Na Fig. 5 estão representados dois padrões de MCs: um MC limitado na Fig. 5a (proposição com baixa clareza semântica envolvendo o CO); outro MC inapropriado na Fig. 5b (proposição com erros envolvendo o CO). Nossa intenção é apresentar como as LIPHs são externalizadas nos MCs que contém um CO.

O MC da Fig. 5a apresentou duas proposições envolvendo o CO: uma limitada (L); outra apropriada (A). A proposição limitada envolve os conceitos “Projeto Genoma Humano” e “mais controversia” (mais controversia no projeto Genoma Humano). Sua clareza semântica é limitada pela falta de um verbo no termo de ligação. As proposições que não envolvem o CO (proposições CV-CC) também apresentaram limitações (ex.: ciência mais tecnologia; tecnologia desenvolvem genética; genética a tal ponto de clone) devido a falta de clareza semântica da proposição (ausência de verbo e conjugação verbal incorreta). Outro aspecto que merece ser destacado é a relevância que o aluno atribuiu ao CO. Nesse caso, o aluno estabeleceu apenas duas proposições com o conceito “mais controversia” (CO). Isso evidencia pouca relevância para o CO na rede proposicional do MC.

O MC da Fig. 5b apresentou quatro proposições envolvendo o CO: uma inapropriada (I); três apropriadas (A). A proposição inapropriada (que contém erro conceitual) envolveu os conceitos “ciência” e “mais controversia” (ciência é mais controversia). Nessa proposição o verbo usado no termo de ligação é estático (verbo “ser” – utilizado para definir um conceito). Em contra partida, as proposições com CO que foram classificadas como apropriadas apresentaram um verbo dinâmico (célula-tronco gera mais controversia; bioética gera mais controversia; clonagem gera mais controversia). Nessas proposições, o aluno conseguiu estabelecer relações de causa e efeito (utilização do verbo “gerar”) com o conceito quantificado “mais controversia” (Derbentseva, Safayeni e Cañas, 2007). Isso favoreceu as proposições apropriadas, enquanto a seleção inadequada do verbo “ser” contribuiu para a ocorrência da LIPHs.

As proposições que não envolvem o CO (proposições CV-CC) também foram classificadas como apropriadas (ex.: célula-tronco beneficia a sociedade). Destaca-se, assim, que a comparação entre as proposições desse MC permitiu diferenciar as Estruturas Hierárquicas Inapropriadas ou Limitadas na rede proposicional (Novak, 2002). Outro aspecto pertinente que merece ser destacado foi a alta relevância atribuída ao CO.

Os dois MCs apresentados na Fig. 5 ilustram o uso de um CO para promover a externalização de LIPHs. Tornar as LIPHs visíveis pode ajudar os professores fornecerem comentários precisos para os estudantes, tornando assim o processo de ensino-aprendizagem ainda mais visível (Hay, Kinchin e Lygo-Baker, 2008). Acreditamos que esta estratégia pode aumentar a ressonância pedagógica entre o professor e os alunos (Kinchin, Lygo-baker e Hay, 2008) e permite uma interação social adequada para que os alunos mantenham a opção por aprender significativamente ao longo de todas as aulas da disciplina.

CONCLUSÕES

O uso do CO é uma maneira simples de identificar e classificar as LIPHs em MCs. A escolha do conceito obrigatório (CO) e da questão focal permitem ao professor identificar as LIPHs através de uma avaliação diagnóstica rápida. Isso permite que os professores forneçam comentários adequados para os seus alunos. Neste contexto, os alunos tornam-se conscientes da utilidade dos MCs como uma forma de aprender a aprender, e o empoderamento deles pode ser a conquista mais relevante deste processo (Novak, 2002). Nós também acreditamos que o uso do CO é uma estratégia promissora para ajudar o professor a refletir sobre as suas opções instrucionais. Esse trabalho apresenta uma proposta de uso e análise de MCs com CO e, a partir dele, outros estudos devem ser feitos para verificar a validade dessa ideia nas diferentes áreas do ensino de ciência e nos diferentes níveis de escolaridade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências de fomento à pesquisa que financiam os trabalhos desenvolvidos pelo nosso grupo de pesquisa (CNPq-486194/2011-6; CAPES-3555-09-7; FAPESP-2008/04709-6).

BIBLIOGRAFIA

Ausubel, D. P. *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Dordrecht: Kluwer, 2000.

Cicuto, C. A. T. & Correia, P. R. M., Análise de Vizinhança: uma nova abordagem para avaliar a rede proposicional de mapas conceituais. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 34, [1] 1401(1)-1401(10), 2012.

Correia, P. R. M. do Valle, B. X., Dazzani, M., & Infante-Malachias, M. E., The importance of scientific literacy in fostering education for sustainability: Theoretical considerations and preliminary findings from a Brazilian experience. *Journal of Cleaner Production* 18, [7], 678-685, 2010.

Davies, M. Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter? *Higher Education* 62, [3], 279-301, 2011.

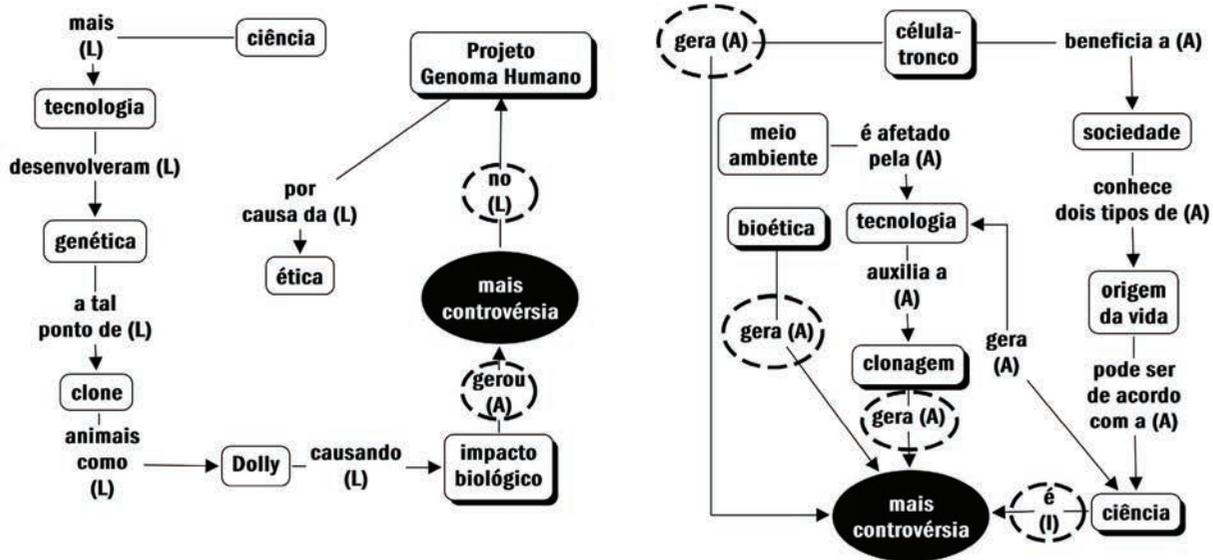


Figura 5. MCs ilustrativos usando o CO para identificar LIPHs. A classificação de conceitos, de acordo com o CO (círculo preto): conceitos vizinhos (CVs, caixas com sombra) que estão diretamente ligados aos CO, enquanto conceitos complementares (CCs, caixas brancas) não são ligados ao CO. Proposições limitadas, inadequadas e apropriadas são indicadas utilizando L, I e A, respectivamente.

Derbentseva, N.; Safayeni, F.; Cañas, A. J. Concept maps: experiments on dynamic thinking. *Journal of Research in Science Teaching* 44, [3], 448-465, 2007.

Goodwin, A., & Orlik, Y. The use of various schemas to assist science teaching and learning. *Journal of Science Education* 1, [1], 43-47, 2000.

Hay, D., Kinchin, I., & Lygo-Baker, S. Making learning visible: the role of concept mapping in higher education. *Studies in Higher Education* 33, [3], 295-311, 2008.

Kinchin, I. M., Lygo-Baker, S., & Hay, D. B. Universities as centres of non-learning. *Studies in Higher Education* 33, [1], 89-103, 2008.

Mayer, R.E. Rote versus meaningful learning. *Theory into Practice* 41, [4], 226-232, 2002.

Meyer, J. H. F., & Land, R. Threshold concepts and troublesome knowledge (2): Epistemological considerations and a conceptual framework for teaching and learning. *Higher Education* 49, [3], 373-388, 2005

Novak, J. D. Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education* 86, [4], 548-571, 2002.

Novak, J.D. *Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. 2nd Ed. New York: Routledge, 2010.

Novak, J. D., & Musonda, D. A 12-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal* 28, [1], 117-153, 1991.

Visser, J. & Visser-Valfrey, M. *Learners in a changing learning landscape: reflections from a dialogue on new roles and expectations*. New York: Springer, 2008.

Received 16-11- 2012/ Approved 29-04-2013

Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas: perspectivas de professores de ciências e geografia

Problem-based learning: science and geography teachers' perspectives

LAURINDA LEITE¹, LUÍS DOURADO¹, SOFIA MORGADO¹, ANA MEIRELES², CARLA AZEVEDO², CARLOS ALVES², CÉLIA FERNANDES², ELEUTÉRIO SILVA², EMÍLIA CABRAL², ESMERALDA PINTO², JUDITE OSÓRIO², MANUELA VALE², MARGARIDA SILVA², M^a TERESA RIBEIRO²

¹ Universidade do Minho, Braga, Portugal, ² Escola Secundária Castêlo da Maia, Maia, Portugal
lleite@ie.uminho.pt

Resumo

O ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) exige uma grande alteração nos papéis desempenhados por professores e alunos. Poucos são os professores portugueses de ciências e de geografia, em exercício de funções, que possuem formação em ensino orientado para a ABRP. Para concretizarem a implementação deste tipo de ensino, os professores necessitam de formação. Este artigo apresenta a avaliação que 11 professores de ciências e de geografia, formados para implementarem o ensino orientado para a ABRP, fazem sobre experiências que realizaram com este tipo de ensino, em contexto sala de aula. Constatou-se que o ensino em causa, pelas suas características e novidade, foi exigente para professores e alunos e que os alunos considerados menos bons foram aqueles que parecem ter beneficiado mais com o tipo de ensino em análise. Na opinião dos participantes no estudo, os professores precisam de formação, mas também de acompanhamento, por pessoas mais conhecedoras deste tipo de ensino, na (s) primeira(s) tentativa(s) de implementação do mesmo para que estas sejam bem sucedidas.

Palavras-chave: educação em ciências; aprendizagem baseada na resolução de problemas; professores de ciências naturais; geografia.

Abstract

Teaching for problem-based learning (PBL) requires a big change in teachers' as well as in students' usual roles. Few Portuguese in-service science and geography teachers learned about teaching for PBL in their undergraduate teacher education programmes. Hence, in order to put PBL into practice, teachers need education and training. This paper reports on the evaluation that 11 science and geography teachers that previously attended an in-service course on PBL make of their own experience of teaching science and geography school themes through a PBL approach. Results indicate that teachers felt that his teaching approach was very demanding to them. They also suggest that, according to the teachers, low profile students were the ones that seem to have benefited most from the PBL oriented classes. Due to the requirements and the novelty of the approach undertaken, the participants in the study believe that teachers need not only education and training but also support from experts on this teaching approach when they first try to put it into practice.

Key words: science education; problem-based learning; physics & chemistry teachers; biology & geology; geography.

INTRODUÇÃO

O ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) é um tipo de ensino em que o aluno realiza novas aprendizagens

(Leite & Afonso, 2001; Lambros, 2004; Hmelo-Silver, 2004) e desenvolve competências científica (Orlik, 2002a) resolvendo problemas. Neste contexto, os problemas são encarados como tarefas que apresentam um obstáculo ao aluno, sendo que ele tem que encontrar uma forma de vencer a dificuldade que esse obstáculo lhe oferece (Orlik, 2002?), recorrendo a diversos recursos e técnicas (Azucy Lorenz et al, 2004) e seguindo um conjunto de etapas gerais (Leite & Afonso, 2001; Mora, 2005), realizando assim novas aprendizagens. Os problemas são, por isso, determinantes das aprendizagens a realizar, podendo surgir através do professor ou dos alunos, ou emergir de contextos problemáticos ou cenários. Esta abordagem didática exige grandes mudanças nos papéis habitualmente desempenhados por professores e alunos (Leite & Afonso, 2001; Lambros, 2004; Hmelo-Silver, 2004), uma vez que, neste tipo de ensino, o professor não ensina, como acontece no ensino tradicional (Leite & Esteves, 2012) mas antes passa a ser um orientador e facilitador do processo de aprendizagem (Leite & Afonso, 2001; Lambros, 2004; Hmelo-Silver, 2004) dos seus alunos. Estes assumem, neste tipo de ensino, um papel ativo, pois são eles os responsáveis pela construção das suas novas aprendizagens, a partir da resolução de problemas. No entanto, é importante que o professor, entre outros aspetos: estimule a curiosidade dos alunos e os motive para participarem ativamente nas tarefas que lhes são atribuídas (Leite & Esteves, 2012); garanta as condições logísticas necessárias para que os alunos possam realizar as aprendizagens pretendidas (Leite & Afonso, 2001; Lambros, 2004); faça uma gestão adequada dos problemas a resolver pelos diversos grupos de alunos, bem como da partilha em turma das aprendizagens por eles realizadas (Leite & Afonso, 2001). O sucesso deste tipo de ensino depende, portanto, do envolvimento dos alunos na resolução de problemas e da capacidade do professor para: aceitar a diminuição do seu poder e do seu controlo dos alunos e das respetivas aprendizagens relativamente aos níveis comuns em ambientes de ensino centrados no professor (Leite & Esteves, 2012); confiar na capacidade dos alunos aprenderem de forma autónoma; monitorizar o trabalho de grupo, designadamente o relacionado com a resolução dos problemas que são atribuídos a cada grupo; organizar a síntese e a avaliação final das aprendizagens realizadas.

Devido às mudanças que exige, para concretizarem a implementação deste tipo de ensino, os professores necessitam, não só de obter formação com essa finalidade, mas também de compreender as potencialidades do mesmo (Pecore, 2012). Contudo, em Portugal a ABRP só começou a ser introduzida na formação de professores no final dos anos 90, tendo dado origem ao primeiro trabalho de investigação que se conhece em 2001, da autoria de Gandra (2001). Por isso, a maior parte dos professores portugueses de ciências e de geografia, em exercício de funções, não possuem formação em ensino orientado para a ABRP.

Existe investigação sobre a eficácia, em termos de aprendizagem (Gandra, 2001; Selçuk, 2010) e em termos de motivação dos alunos (Ram, 1999) do

ensino orientado para a ABRP, sobre as opiniões de alunos acerca do mesmo (Pepper, 2009), e sobre as perspectivas de professores de ciências e de geografia acerca da viabilidade de implementação de ensino orientado para ABRP (Morgado & Leite, 2012). No entanto, não se conhecem estudos centrados na avaliação efetuada por professores portugueses de ciências e de geografia sobre experiências de aplicação deste tipo de ensino em temas das respetivas disciplinas. Assim, neste artigo analisam-se os resultados da avaliação que professores de ciências e de geografia do 3º ciclo do ensino básico, previamente formados para implementarem o ensino orientado para a ABRP, fazem de experiências de utilização deste tipo de ensino, realizadas por eles próprios, em contexto sala de aula.

METODOLOGIA

Antecedentes da recolha de dados

Este estudo surge na sequência da realização de uma ação de formação contínua de professores das áreas de ciências físicas e naturais e de geografia, com vista à implementação do ensino orientado para a ABRP, bem como da implementação, pela maioria (11) desses professores, desse tipo de ensino em temas das suas disciplinas. O facto de se trabalhar com professores das duas áreas deve-se a que a disciplina de geografia, na componente de geografia física, aborda muitos temas que são comuns às Ciências Físicas e Naturais e de parecer que, assim, se poderia tirar mais partido da interdisciplinaridade, promovendo a integração conceptual nos alunos, evitando repetições em diferentes disciplinas e economizando tempo que poderia ser usado ao serviço de um ensino centrado no aluno e de aprendizagens mais globais e integradas.

A ação de formação intitulada A Aprendizagem das ciências e da geografia baseada na resolução de problemas, acreditada pelo conselho científico-pedagógico da formação contínua para professores de ciências (ciências físico-químicas (CFQ) e ciências naturais (CN)) e de geografia (GEO), teve a duração de 25 horas e foi estruturada em seis sessões presenciais, focando os temas mencionados no Anexo 1. Durante essas sessões foram discutidas e clarificadas conceções prévias dos formandos, analisados e produzidos materiais, incluindo cenários para implementação de ensino orientado para a ABRP, disciplinar ou interdisciplinar, de temas de CFQ e/ou CN e/ou de GEO e discutidos materiais de avaliação das aprendizagens dos alunos.

Após a formação, os professores (ex-formandos) organizaram intervenções interdisciplinares, envolvendo duas disciplinas (CN, CFQ e/ou GEO), ou disciplinares (centradas numa dessas disciplinas), a serem efetuadas em sala de aula, no 3º ciclo do ensino básico (7º a 9º ano de escolaridade). No primeiro caso, cada um dos três grupos de professores de CN e de CFQ, que partilhavam uma ou mais turmas, organizou uma intervenção para essas turmas, centrada numa das seguintes temáticas: segurança, prevenção e qualidade de vida (9ºano); transformação de matéria e de energia (8ºano) e recursos naturais (8ºano). Dois outros grupos, constituídos por professores de CN e de GEO, organizaram intervenções centradas no tema catástrofes naturais e clima (7ºano). Além dessas intervenções interdisciplinares, dois professores (um de CN e outro de GEO) organizaram abordagens disciplinares do último tema, baseadas no mesmo tipo de ensino.

A preparação das intervenções a realizar em sala de aula, bem como a implementação das mesmas foi apoiada por três investigadores do projeto em que se integra este trabalho, sendo a quantidade e a natureza deste apoio dependente das solicitações dos professores.

Amostra

A amostra foi constituída por 11 professores de CN, de CFQ e de GEO que decidiram voluntariamente participar na ação de formação acima referida e que implementaram o ensino orientado para a ABRP, em contexto de sala de aula. Desses 11 professores, seis são de CN, três são de CFQ e dois são de GEO. Estes professores são professores experientes, com mais de 15 anos de serviço, e, em alguns casos, com uma pós-graduação. Como seria de esperar, atendendo às características da população docente portuguesa destas áreas disciplinares, os participantes no estudo são, na sua maioria, do sexo feminino.

Técnica e instrumentos de recolha de dados

Após a implementação, pelos professores, do ensino orientado para a ABRP, procedeu-se à recolha de dados, através de uma entrevista de grupo. A razão da opção por esta técnica, em detrimento de entrevistas individuais, reside no facto de ela permitir o confronto de opiniões *de e pelos* participantes, no contexto do estudo, acerca das suas experiências com este tipo de ensino, bem como a obtenção de dados mais completos, uma vez que, ao ouvirem um colega referir-se a um assunto que não lhes tinha ocorrido, podem também eles explicitar o que aconteceu no caso deles sobre esse mesmo assunto. A entrevista foi moderada por um dos investigadores do projeto que, sem prejuízo de outros aspetos que durante a entrevista se afigurassem relevantes, queria, à partida,

discutir os seguintes assuntos: (in)satisfação com o tipo de ensino adotado; reações dos alunos ao mesmo; dificuldades encontradas; e aprendizagens realizadas pelos alunos (Anexo 2). Da entrevista foram tomadas notas por dois outros investigadores, tendo sido dada aos professores a oportunidade de se pronunciarem sobre e/ou de alterarem dados retirados dessas notas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise da avaliação que os professores fizeram das experiências em que estiveram envolvidos, emergiram três dimensões, relacionadas com: percepções dos professores sobre as práticas de ensino orientado para a ABRP; percepções dos professores sobre a relação dos alunos com a ABRP; e percepções dos professores sobre o ensino orientado para a ABRP. Apresentaremos e analisaremos de seguida a avaliação enquadrada em cada uma dessas dimensões.

A. Percepções dos professores sobre as práticas de ensino orientado para a ABRP

Na dimensão relacionada com as percepções das práticas de ensino orientado para a ABRP, os professores foram questionados sobre se gostaram, ou não, de implementar esse tipo de ensino (pergunta 1). Todos os professores afirmaram que gostaram de o fazer, apesar de, em resposta à pergunta 2, todos eles referirem que sentiram alguma insegurança durante a implementação do mesmo. Quando se averiguou os motivos pelos quais os professores se sentiram inseguros, constatou-se que esses motivos tinham a ver com o facto de estarem a implementar, pela primeira vez, um tipo de ensino centrado nos alunos, que exige deles um comportamento muito diferente do habitual e que não lhes permite controlar, a par e passo, a ocorrência de aprendizagem. Assim, durante as aulas, os professores, por um lado, não sabiam se estavam a implementar bem este tipo de ensino em experimentação e, por outro lado, não sabiam se os alunos estavam a aprender. Contudo, os professores esforçaram-se e conseguiram vencer a tentação de voltar ao ensino habitual. Esse esforço foi especialmente relevante para uma das professoras nos momentos em que se apercebeu que os alunos perfilhavam conceções alternativas. Ela sentia vontade de tratar essas conceções com base em ensino habitual, expositivo. No entanto, viu-se obrigada a substituir essa estratégia pela colocação de questões que fizessem os alunos pensar ou que lhes permitissem tomar consciência das limitações e incoerências dos seus raciocínios. A professora afirmou que, para vencer essa tentação, se apoiou na investigadora do projeto que acompanhou as suas aulas, trocando com ela opiniões sobre a adequação das suas ações e decisões, bem como acerca das alterações a introduzir em aulas futuras. De qualquer modo, todos os professores acreditam que é necessário um período de habituação a este tipo de ensino, que lhes dê confiança nas potencialidades do mesmo, antes de poderem sentir segurança ao implementá-lo. O facto de haver vários professores na escola envolvidos na experiência, bem como o apoio explícito dos responsáveis de departamento e de escola foi uma condição que contribuiu para que os professores não desistissem e mantivessem um nível elevado de envolvimento na mesma.

Posteriormente, quando questionados sobre se sentiram, ou não, dificuldades durante a implementação do ensino orientado para a ABRP (pergunta 3), todos mencionaram que sim. As dificuldades apresentadas pelos professores estão relacionadas com a planificação e gestão dos temas em que se centrou a experiência no contexto do programa da disciplina que lecionam, com a gestão da aula e com as condições materiais disponíveis (tabela 1).

Tabela 1

Dificuldades sentidas pelos professores durante a implementação do ensino orientado para a ABRP

Dificuldades		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Planificação	Gerir o tempo disponível para o tema	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Elaborar cenários	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
	Selecionar materiais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gestão da aula	Distribuir o tempo pelas diferentes etapas da ABRP	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
	Acompanhar o trabalho de grupo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Explorar os trabalhos	x	x	-	-	-	x	x	-	-	x	x
Condições materiais		-	-	x	x	x	-	-	-	-	-	x

No caso da planificação, o tempo previamente alocado pelo departamento aos diversos temas (na planificação anual das disciplinas) foi o obstáculo mais relevante e consensual para os professores. Todos eles consideraram que o ensino orientado para a ABRP é um processo moroso, que exige mais tempo do que é habitual, e que, por isso, é difícil de conciliar com a planificação da disciplina previamente efetuada, que além de assentar em tipos de ensino mais tradicionais, respeita a sequência preconizada no currículo. Os professores sentiam dilemas que tinham a ver com a necessidade de dar tempo aos alunos para estes trabalharem, por um lado, e de gerir o tempo de modo a cumprirmos o programa, por outro. Uma das professoras referiu mesmo que a utilização deste tipo de ensino numa das unidades didáticas de 9º ano a impediu de lecionar uma parte do programa da disciplina.

Note-se que as intervenções realizadas foram relativamente pontuais, incidindo em temas de abrangência limitada, tiveram lugar na segunda metade do ano letivo, e não permitiram, por isso, aproveitar aprendizagens transversais, realizadas no âmbito de uma unidade implementada a título experimental, para outras unidades didáticas e/ou disciplinas. Por outro lado, as aprendizagens a realizar pelos alunos vão além das aprendizagens conceituais e incluem aprendizagens procedimentais, de resolução de problemas e de relacionamento interpessoal algumas das quais não são habitualmente muito trabalhadas. Ainda no domínio da planificação do ensino orientado para a ABRP, alguns professores referiram que a elaboração dos cenários, que reconhecem ser um elemento chave neste tipo de ambiente educativo, exigiu muito investimento por parte dos professores, pese embora o facto de terem tido apoio dos investigadores para os melhorarem. De notar que parece que a seleção de materiais, incluindo fontes bibliográficas, não ofereceu dificuldade aos professores, pois é um aspeto que não foi mencionado. A este respeito, saliente-se que, embora dependendo das respetivas solicitações, os professores puderam contar com a colaboração dos investigadores no que respeita à recolha de fontes bibliográficas a usar nas aulas mas a baixa idade dos alunos e as suas limitações em termos de domínio de línguas estrangeira e de competências de utilização de fontes, efetivamente, não lhes facilitaram a tarefa.

Um outro obstáculo identificado na análise das respostas dadas pelos professores, durante a entrevista, relaciona-se com a gestão das aulas em que foi implementado o tipo de ensino em causa e tem a ver com a necessidade de e a dificuldade em acompanhar o trabalho dos pequenos grupos em sala de aula. Mesmo tratando-se ('apenas') de assegurar que os alunos estavam a trabalhar e que esse trabalho era relevante para a resolução dos problemas atribuídos ao grupo, quando havia apenas um professor na sala, este tinha dificuldade em fazer o acompanhamento de todos os grupos. Para os professores, esta dificuldade decorre do elevado número de pequenos grupos e/ou do facto de os alunos não estarem habituados a trabalhar em grupo e/ou a realizar tarefas de pesquisa, de análise e de síntese, semelhantes às que lhes foram atribuídas no âmbito da experiência em causa. Ainda ao nível da aula, alguns professores referiram que tiveram dificuldades em explorar com a turma os trabalhos realizados pelos pequenos grupos de alunos e que incluíam as respostas aos problemas. Estas dificuldades, embora maiores nuns casos do que em outros, têm, segundo os professores, a ver com o facto de os alunos não estarem muito habituados a participar em sessões de discussão de trabalhos apresentados por colegas e de ter sido difícil fazê-los perceber que deviam participar na discussão. No entanto, em alguns casos, durante as sessões de apresentação, foi-se notando uma evolução da participação dos alunos na discussão, como efeito do incentivo dado aos alunos para tal.

Uma professora referiu que teve dificuldade em distribuir o tempo pelas diversas etapas do processo de ensino orientado para a ABRP, tendo sentido que gastou mais tempo do que deveria na discussão das questões formuladas a partir do cenário, faltando-lhe tempo para efetuar uma síntese final como gostaria.

A falta de condições materiais, designadamente a falta de acesso dos alunos à Internet, foi um obstáculo material que alguns professores tiveram que vencer. Contudo, esta falta não foi considerada problemática por outros professores que foram conseguindo conciliar o recurso à informação em dois suportes: digital e papel. Um dos grupos de professores, apesar de ter condições para dar aos seus alunos acesso à Internet, considerou que eles gastariam muito tempo a pesquisar e seriam tentados a utilizar indevidamente a informação aí recolhida, pelo que preferiu que a consulta fosse feita em fontes bibliográficas disponibilizadas em suporte de papel ou em suporte digital, mas, neste caso, em *offline*. Faz-se notar que algumas destas dificuldades não são apenas relevantes quando se usa este tipo de ensino e resultam, pelo menos em parte, da falta de competências que podem ser desenvolvidas em outros ambientes educativos.

B - Perceções dos professores sobre a relação dos alunos com a ABRP

Na dimensão relativa às perceções dos professores sobre a relação dos alunos com a ABRP os professores começaram por ser questionados sobre se detetaram, ou não, alterações nos hábitos de trabalho dos alunos durante a implementação do ensino orientado para a ABRP (pergunta 4). Todos eles disseram que sentiram alterações nos hábitos de trabalho dos alunos. Note-se

que os hábitos de trabalho são entendidos aqui em sentido abrangente, como incluindo formas de trabalhar e ritmos de trabalho. Os professores foram unânimes em considerar que este tipo de ensino exigiu mudanças profundas no papel dos alunos em sala de aula. Estas mudanças têm a ver com obrigar os alunos a uma participação mais ativa nas aulas e no processo de aprendizagem, participação que era monitorizada pelos professores, a fim de tentarem garantir que os alunos mantinham um bom ritmo de trabalho e que estavam a aprender. Para os professores, os alunos tiveram que despende muito mais esforço do que é habitual. Em algumas turmas, devido à adoção de abordagens interdisciplinares, os alunos tinham duas aulas seguidas para trabalharem no tema em causa (usando o ensino orientado para a ABRP), o que constituía um fator adicional de cansaço. Uma das professoras chegou mesmo a afirmar que este tipo de ensino é exigente para os alunos, provocando-lhes cansaço. Assim, talvez valha a pena ponderar o limite de tempo letivo consecutivo que é adequado para alunos deste nível etário (12 a 15 anos) quando se usa o tipo de ensino em causa nesta investigação.

Quando questionados sobre se os alunos sentiram, ou não, dificuldades durante a implementação do ensino orientado para a ABRP (pergunta 5), todos os professores afirmaram que sim. Na verdade, segundo eles, os alunos têm dificuldades em lidar com a formulação e com a resolução de questões (problemas). A maior parte deles referiu ainda que os alunos tiveram dificuldade em lidar com a apresentação aos colegas de turma dos resultados do trabalho de grupo realizado, o qual visava a resolução das questões que foram selecionadas para serem trabalhadas pelo grupo (Tabela 2).

Tabela 2

Perspetivas dos professores sobre as dificuldades dos alunos face ao ensino orientado para a ABRP

Dificuldades	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Formulação de questões	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Resolução de questões	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Apresentação dos trabalhos	x	x	-	-	-	x	x	-	x	x	x

Note-se que, por um lado, foram solicitadas aos alunos coisas que eles encaram como fazendo parte do papel do professor e que, por outro lado lhes foram exigidas tarefas que requerem competências de diversos tipos e que eles não tinham igualmente desenvolvidas.

Todos os professores consideraram que os alunos tiveram dificuldades em formular questões a partir dos cenários. Em alguns casos essas dificuldades têm a ver com o facto de os alunos acharem estranho a tarefa de formulação de questões que lhes foi solicitada que realizassem. Essa estranheza pode, provavelmente, ser explicada com base no facto de, habitualmente, os alunos serem mais solicitados a responder a questões do que incentivados a formulá-las. Ao analisar esta dificuldade, uma das professoras sugeriu que deveria ser efetuado um trabalho prévio com os alunos com vista ao desenvolvimento de competências de formulação de questões. Também foi sentido, por todos os professores, que os alunos apresentavam dificuldade em usar as questões como ponto de partida para a aprendizagem. Em vez de seguirem as orientações gerais de trabalho dadas pelo professor e de tentarem encontrar respostas para as questões em causa, solicitavam, de imediato, uma resposta ao mesmo. Esta dificuldade pode ter a ver com as conceções de ensino e de aprendizagem perfilhadas pelos alunos, bem como os papéis que eles pensam serem específicos do professor e dos alunos. Pode também resultar de, nas aulas anteriores à experiência e nas outras disciplinas, os alunos estarem habituados a que o professor lhes apresente as ideias a aprender, antecipe as dificuldades e os erros mais comuns (referindo-os, para os mesmos serem evitados no futuro) e responda às questões e às dúvidas científicas dos alunos.

No que respeita às dificuldades de apresentação à turma dos resultados do trabalho de grupo, estas devem-se ao facto de a tarefa em causa ser uma novidade para os alunos, que requeria capacidade de seleção e organização das ideias a apresentar, à vontade para fazer a apresentação e segurança para responder às questões de professores (e, em alguns casos, investigadores) e colegas. Se os passos anteriores podiam ser devidamente preparados, o mesmo já não se passava com o último, onde era difícil para os alunos antecipar as questões que poderiam surgir. Talvez isto tenha levado a uma estratégia de 'não questiono para não ser questionado', a qual poderá estar na origem da constatação de alguns professores de que houve pouca discussão dos resultados e das apresentações. Uma consequência disto, segundo os professores, é que,

quando diferentes grupos trabalharam diferentes questões, os alunos que elaboraram o trabalho terão conseguido melhores aprendizagens concretuais do que os que apenas assistiram, com relativa passividade, às apresentações dos colegas. Contudo, um dos professores, apesar de ter considerado que o resultado do trabalho dos alunos poderia ser melhor, não sentiu que os alunos que apenas assistiram à apresentação dos colegas, tivessem ficado prejudicados na aprendizagem. Provavelmente, a explicação desta opinião reside nas características da turma em causa, que era uma turma homogênea em que todos os alunos eram empenhados (mesmo antes da experiência) e tinham um bom aproveitamento.

Os professores foram também questionados sobre as reações dos alunos face ao ensino orientado para a ABRP (pergunta 6). Seis professores mencionaram que os alunos que habitualmente têm melhores níveis de aproveitamento académico não reagiram bem a este tipo de ensino (Tabela 3), pois manifestavam ansiedade face ao que seria avaliado e não se sentiam satisfeitos com o facto de o professor não lhes explicar a matéria mas que os alunos que costumavam ter piores níveis de aproveitamento académico e que participavam menos nas aulas foram os que mais gostaram do ensino orientado para a ABRP, pois tinham autonomia para realizar as suas atividades de aprendizagem e ao seu ritmo.

Tabela 3

Perspetivas dos professores sobre as reações dos alunos face ao ensino orientado para a ABRP

Reações dos alunos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Positiva por parte de todos os alunos	x	-	x	-	-	x	-	x	-	-	x
Negativa pelos alunos com bom aproveitamento académico	-	x	-	x	x	-	x	-	x	x	-
Positiva pelos alunos com pior aproveitamento académico	-	x	-	x	x	-	x	-	x	x	-

Cinco professores consideraram que todos os alunos reagiram bem (Tabela 3). No entanto, três destes cinco professores limitaram-se a afirmar que não notaram reações diferenciadas dos alunos e consideraram que todos eles acolheram bem o ensino em causa. Os restantes dois professores, que tinham uma turma que consideravam ter muito bom aproveitamento e ser homogênea, afirmaram que os alunos dessa turma reagiram muito bem ao ensino orientado para a ABRP, tendo-se empenhado fortemente nas tarefas e alcançado bons resultados.

C – Perceções dos professores sobre o ensino orientado para a ABRP

No que respeita as perceções dos professores acerca do ensino orientado para a ABRP, os professores foram questionados sobre se o ensino orientado para a ABRP é adequado, ou não, para leccionar todos os temas contemplados nos programas (pergunta 7). Com exceção de P7, P9 e P10, todos eles o consideraram adequado para abordar qualquer tema programático. No entanto, um dos professores (P5) defendeu que os temas em que este tipo de ensino for aplicado, no futuro, devem ser selecionados com cuidado e de modo a evitar a sua aplicação aos temas mais importantes, para não correr o risco de prejudicar os alunos. Claro que, quando se escolhe o tipo de ensino a adotar na abordagem de um dado tema, se deve ter a preocupação de optar pelo mais adequado ao conteúdo e aos alunos em causa. O ensino orientado para a ABRP não será certamente o remédio para todos os males da educação mas talvez seja necessário experimentá-lo mais para poder avaliar melhor a necessidade daquela precaução.

Os professores foram também questionados sobre se a diversidade de tarefas que o ensino orientado para a ABRP permite que sejam realizadas, simultaneamente, na sala de aula, é benéfica, ou não, para os alunos (pergunta 8). Três professores (P7, P9 e P10) consideraram que essa diversidade não é benéfica, chegando mesmo que é prejudicial para os alunos haver diferenciação de tarefas a realizar pelos diferentes grupos de trabalho, por temerem que isso se traduza, no final, em diferentes domínios dos assuntos. É verdade que quem trabalha um dado assunto tem obrigação de ficar a dominá-lo mais profundamente do que outra pessoa que apenas assiste a uma apresentação, ainda que bem-feita. Contudo, se é verdade que há assuntos em que todos os alunos devem dominar igualmente bem todas as ideias, por serem estruturantes da disciplina, também é verdade que há assuntos em que será desejável

uma especialização em algumas ideias e em que bastará um domínio mais superficial de outras.

Os professores foram ainda questionados sobre a (s) exigência (s) do ensino orientado para a ABRP em termos de trabalho dos professores (pergunta 9). Alguns participantes no estudo consideraram que este tipo de ensino é muito exigente e se torna cansativo por requerer muita dedicação por parte dos professores, não só antes mas também durante e após a implementação do ensino apresentado para a ABRP (Tabela 4). Quatro professores não expressaram uma opinião clara sobre a exigência em causa.

Tabela 4

Perspetivas dos professores sobre a carga de trabalho associada ao ensino orientado para a ABRP

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Ensino muito cansativo	-	x	-	x	-	-	x	x	x	x	-
Ensino muito exigente	-	x	-	x	-	x	x	x	x	x	-
Sem opinião	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	x

Efetivamente, e contrariamente ao que alguns alunos pensam, o facto de o ensino orientado para a ABRP ser centrado no aluno não significa que o professor não tenha que despender tempo a preparar as aulas nem que não precise de trabalhar durante as aulas. Na verdade, neste caso, ele tem que acompanhar individualmente os diversos grupos de trabalho que houver na sala de aula, não para dar respostas mas para fazer perguntas que levem os alunos a alcançar aquelas respostas. Essa tarefa é, de facto, cansativa e exigente, especialmente devido à diversidade de tarefas e de ritmos dos diferentes grupos. No entanto, os próprios professores antecipam que, numa próxima vez, será muito mais fácil implementar este tipo de ensino, pois já saberão o que lhes é pedido e como se devem comportar.

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Os professores que foram formados e implementaram, pela primeira vez, o ensino orientado para a ABRP de temas de ciências e de geografia consideraram que foi exigente para professores e alunos mas que os alunos rotulados como menos bons são os que parecem ter beneficiado mais com as experiências em análise. Professores e investigadores concordam que, parece ser necessário, não só a formação de professores mas também o seu acompanhamento, por pessoas mais conhecedoras deste tipo de ensino, na (s) primeira(s) tentativa(s) de implementação, para que elas sejam bem conseguidas e para que os professores não desistam de a experimentar até terem um conhecimento dela que seja suficiente para decidir sobre o seu uso, ou não, fundamentadamente. O estudo desenvolvido pode contribuir positivamente para a educação em ciências e em geografia, na medida em que pode alertar, quer os formadores de professores, quer os professores destas disciplinas, para as expectáveis inseguranças e dificuldades sentidas pelos professores durante a implementação do ensino orientado para a ABRP e, assim, ajudar os formadores de professores a preparar os professores para lidarem com elas. Pode contribuir também para alertar os professores para a alternativa válida que este tipo de ensino pode constituir para os alunos que, normalmente, são considerados fracos e/ou desinteressados.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008), financiado pela FCT no âmbito do Programa Operacional Temático Fatores de Competitividade (COMPETE) do quadro Comunitário de Apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER). Assim, para além da FCT, os autores agradecem também à Escola Secundária de Castelo da Maia pela colaboração prestada.

BIBLIOGRAFIA

Azcuy Lorenz, L. et al. Algunas consideraciones teóricas acerca de la Enseñanza Problemática. *Humanidades Médicas*, 4 [10], Enero-Abril, 2004.

Gandra, P. *O efeito da aprendizagem da Física Baseada na Resolução de Problemas: um estudo com alunos do 9º ano de escolaridade na área temática “Transportes e Segurança”*, Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho, 2001.

Hmelo-Silver, C. Problem-based learning: What and how do students learn?, *Educational Psychology Review*, 16, [3], 235-266, 2004.

Lambros, A. *Problem-Based Learning in middle and high school classrooms*, Thousand Oaks: Corwin Press, 2004.

Leite, L. & Afonso, A. Aprendizagem baseada na Resolução de Problemas: Características, organização e supervisão. *Boletim das Ciências*, **48**, 253-260, 2001.

Leite, L. & Esteves, E. Da integração dos alunos à diferenciação do ensino: o papel da aprendizagem baseada na resolução de problemas. In Sônia Castellar (Org.) *Conhecimentos escolares e caminhos metodológicos*, 137-152, 2012.

Mora, C. Enseñanza problemática de la física. *Revista Electrónica Sinéctica*, **27**, 24-33, 2005.

Morgado, S. & Leite, L. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: efeitos de uma ação de formação de professores de Ciências e de Geografia. In Domínguez Castiñeiras, J. (Ed.), *Atas do Congresso XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Universidade Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 2012, p. 511-518.

Orlik, Y. Quality of science education (V). *Journal of Science Education*, **3**[2], 62-65, 2002a.

Orlik, Y. Chemistry: active methods of teaching and learning. Mexico: Iberoamerica Publ., 2002b.

Pecore, J. Beyond Beliefs: Teachers Adapting Problem-based Learning to Preexisting Systems of Practice. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, **7**, [2], 1-27, 2012.

Pepper, C. Problem-based learning in science. *Issues in Educational Research*, **19**, [2] 128-141, 2009.

Ram, P. Problem-based learning in undergraduate education. A sophomore chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, **76**[8], 1122-1126, 1999.

Selçuk, G. The effects of problem-based learning on pre-service teachers' achievement, approaches and attitudes towards learning physics. *International Journal of the Physical Sciences*, **5**, [6], 711-723, 2010.

Anexo 1. Conteúdos da ação de formação

- Os problemas no ensino e na aprendizagem das ciências e da geografia
- O ensino das ciências e da geografia orientado para a ABRP: teoria e prática
- O ensino das ciências e da geografia orientado para a ABRP: desenvolvimento de materiais didáticos
- O ensino das ciências e da geografia orientado para a ABRP: desenvolvimento de materiais para avaliação das aprendizagens neste contexto

Anexo 2. Protocolo da entrevista efetuada aos professores

As questões apresentadas no quadro a abaixo são as questões que orientaram a entrevista. Por conseguinte, foram formuladas questões adicionais, consoante as respostas que os entrevistados deram aquelas questões orientadoras.

Dimensão	Questão
Perceção das práticas de ensino orientado para a ABRP	1) Gostou de implementar o ensino orientado para a ABRP? 2) Sentiu alguma (s) insegurança durante a implementação do ensino orientado para a ABRP? Se sim, a que se deveu (eram)? 3) Sentiu alguma (s) dificuldade(s) na implementação do ensino orientado para a ABRP? Se sim, quais foram? A que se deveram?
Perceção sobre a relação dos alunos com a ABRP	4) Que mudança (s) detectou nos hábitos de trabalho dos alunos, durante a implementação do ensino orientado para a ABRP? 5) Os alunos sentiram alguma (s) dificuldade(s) com o ensino orientado para a ABRP? Se sim, qual (ais) foram? 6) Como reagiram os alunos face ao ensino orientado para a ABRP?
Perceções sobre o ensino orientado para a ABRP	7) Em sua opinião, o ensino orientado para a ABRP é adequado, ou não, para lecionar todos os temas contemplados nos programas? 8) O que pensa da diversidade de tarefas que o ensino orientado para a ABRP permite que sejam realizadas, na sala de aula, em termos de desenvolvimento dos alunos? 9) O que pensa do ensino orientado para a ABRP em termos de trabalho que exige dos professores?

Received 11-11- 2012/ Approved 29-04-2013

Aplicações da robótica no ensino de física: análise de atividades numa perspectiva praxeológica

Applications of robotics in the teaching of physics: activities analyzes in a praxiological perspective

MILTON SCHIVANI¹, GUILHERME BROCKINGTON², MAURÍCIO PIETROCOLA²

¹ Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC),

² Departamento de Metodologia do Ensino, FEUSP, Brasil, schivani@usp.br, mercer112@hotmail.com, mpietro@usp.br

Resumo

Neste trabalho, analisamos o uso da robótica como instrumento educacional em atividades de ensino de conteúdos científicos. Embora interessante para atividades que emulam situações práticas, como o uso de máquinas e equipamentos industriais, existem poucos estudos sobre o valor destes dispositivos como estratégias inovadoras de ensino. A maior parte das atividades focaliza a reprodução de tarefas específicas do campo da automação e da computação e poucas se dedicam ao desenvolvimento da aprendizagem de conteúdos científicos. Assim, utilizamos a teoria antropológica do didático como referencial para analisar duas atividades de robótica para o ensino de física, apresentando esta teoria como um útil instrumento para identificar problemas e apontar caminhos para o melhor aproveitamento do rico potencial educacional desses recursos.

Palavras-chave: robótica, ensino de física, inovação, tecnologia, praxeologia.

Abstract

This paper analyzes the use of robotics as an educational instrument for teaching of scientific content. Although interesting for activities that emulate practical situations, as in the use of industrial machinery and equipment, there are few studies about the

real value of this technology as an innovative strategy for teaching science. Most activities ultimately focus on the reproduction of specific tasks in the field of automation and computing and few are dedicated to the development of learning of scientific content. We use the anthropological theory of didactics as a benchmark for analyzing two activities for teaching physics that relies on robotics equipment, to present this theory as a useful tool to find problems and point possible ways to a better use of the rich educational potential of these resources.

Key words: robotics, teaching of physics, innovations, technology.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, com o desenvolvimento da tecnologia aliado à redução dos custos de produção, robôs “saíram” dos livros de ficção, dos laboratórios de pesquisa e das automações das fábricas e ganharam novos espaços e finalidades. Hoje, adolescentes de todo o mundo têm acesso a variados dispositivos eletroeletrônicos e módulos de processamento, criando mecanismos robóticos com diversas finalidades, desde participar de campeonatos de futebol até a condução de experimentos didáticos em engenharia (Lund & Pagliarini, 1999; Wang et al., 2004).

Por ser intrinsecamente lúdica e envolver direta ou indiretamente habilidades ligadas ao fazer científico, a robótica passou a ser considerada como instrumento educacional (Papert, 1993; Frangou et al., 2008; Li et al., 2009), criando um rico campo de pesquisas em inovação, com aplicações ainda a serem exploradas no Ensino de Ciências.

No cenário educacional, em especial no ensino de Física, ela pode ser pensada como um conjunto de ferramentas dinâmicas, capazes de influenciar positivamente o processo de aprendizagem, favorecendo o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas lógicos e matemáticos, criatividade e raciocínio crítico, além de promover a alfabetização científica (Mítnik et al., 2009; Barak & Zadok, 2009). Por usar peças de encaixe em formato de vigas, tijolos, eixos, polias e engrenagens, os kits de robótica permitem a criação de inúmeras montagens e cenários que seriam impraticáveis, ou mesmo impossíveis, de serem criados de outra maneira no contexto escolar (especialmente por questões referentes a integridade física dos alunos ou por restrições estruturais e/ou econômicas). Pode-se então construir diferentes estruturas (veículos, casas, pontes, maquinários etc.), potencializando a mimetização de uma gama de contextos “reais”, gerando atividades que exercitam o trabalho em grupo e o engajamento dos estudantes (ibidem).

Os sensores disponíveis nos atuais kits de robótica são dos mais variados tipos, como sensores de luz, som, velocidade, aceleração, posição, temperatura, pressão etc. Os robôs elaborados pelos estudantes permitem, em tempo real, uma rica coleta e análise de dados, possibilitando a geração de gráficos e o estabelecimento de relações entre grandezas. Assim, pode-se fazer um estudo profundo de leis físicas que regem diferentes fenômenos cotidianos, tornando a robótica um forte aliado na criação de atividades investigativas e de caráter exploratório (Frangou et al, 2008).

Entretanto, ainda que com um enorme potencial para o ensino e aprendizagem de Física, conforme destaca Mítnik et al (2009), grande parte das atividades elaboradas estão direcionadas aos conteúdos intimamente relacionados à própria robótica, tais como programação, construção de robôs ou desenvolvimento de algoritmos. Tal fato é bastante compreensível visto que qualquer processo com esse grau de inovação no ambiente escolar constitui-se em um grande desafio. Ao se transpor para as salas de aula uma tecnologia relativamente recente e tão distante do sistema de ensino, é esperado o surgimento de dificuldades associadas às suas especificidades. Corre-se assim o risco de focar-se justamente nos elementos mais “controláveis” da inovação, ou seja, sua dimensão técnica, restringindo-se o ensino e a aprendizagem aos processos envolvidos na montagem e no funcionamento dos robôs.

Uma das maiores dificuldades na implementação de propostas inovadoras com uso de robótica encontra-se na necessidade de integrar os diversos conhecimentos necessários para sua realização. Pode-se vislumbrar aplicações da robótica no cenário educacional apenas no domínio de um determinado conjunto de regras ou métodos. Em outras palavras, o aluno pode apreender de forma mecânica os algoritmos envolvidos na construção de uma determinada montagem, receber toda a programação pronta e realizar uma atividade inteira sem considerar os aspectos físicos envolvidos na sua condução. Com isso, a robótica pode servir apenas para reforçar o uso limitado de técnicas no cumprimento de tarefas determinadas, sem que haja uma preocupação com o conhecimento científico conectado com o que o estudante está fazendo.

Sem dúvida que, dependendo da intenção didática do educador, pode-se esperar que o aluno apenas desenvolva tais habilidade técnicas. Entretanto, ao se pensar a robótica dentro de um processo educacional mais amplo, especialmente no âmbito do ensino de Ciências, a componente conceitual/teórica se torna naturalmente importante e pertinente. Por essa razão, ao se explorar o uso efetivo da robótica no ensino de Física, é preciso a criação de atividades que possam minimamente relacionar os conhecimentos físicos a serem ensinados com os elementos intrínsecos a essa tecnologia. É preciso buscar uma cuidadosa negociação entre estes fatores e seus objetivos didáticos-pedagógicos, para que sejam diminuídos os riscos de desperdiçar seu potencial como instrumento de ensino.

Neste cenário, nos deparamos com as seguintes questões de pesquisa: Qual o potencial de conexão entre teoria e prática em atividades de ensino-aprendizagem que envolvem o uso de robótica? Quais as relações entre as características intrínsecas da robótica e o conteúdo científico presentes em uma proposta de atividade de ensino-aprendizagem? Em que medida a robótica pode gerar contextos de ensino significativos para a aprendizagem de conteúdos científicos, especialmente de Física?

Para encaminhar respostas às perguntas acima, usaremos como referencial de análise a teoria antropológica do didático (TAD) (Chevallard, 1999). Esta se constitui em um instrumento que desvela a estrutura teórico-prática presente em atividades escolares. Em particular, busca identificar tarefas (práxis) propostas, correlacionando-as com um corpo de conhecimento conceitual que sustenta sua execução (logos). Para isso, analisamos duas atividades

criadas com o objetivo de ensinar conteúdos específicos de Física com o uso da robótica.

Pretendemos também favorecer, direta ou indiretamente, uma forma de sistematização da produção de seqüências didáticas inovadoras que tomam situações tiradas do cotidiano como ponto de partida para o processo de ensino-aprendizagem. O objetivo é contribuir para que elementos importantes dessas interações possam ser percebidos e considerados durante sua elaboração. Esperamos assim, que professores e/ou estudantes estejam mais aptos a compreender, explicar e discutir mais profundamente uma tarefa realizada e, conseqüentemente, as técnicas envolvidas em sua execução.

METODOLOGIA

Investigamos duas atividades presentes nos fascículos paradidáticos desenvolvidos pelo Núcleo de Pesquisas em Inovação Curricular¹ em parceria com a Lego Education do Brasil - Lego ZOOM² (Pietrocola et al, 2009a, 2009b). Ambas fazem uso do kit *Lego Mindstorms NXT*³. Segue abaixo uma breve descrição de como tais atividades estão estruturadas em relação à montagem e quais os principais conceitos físicos trabalhados, a saber:

Atividade 1 – Colisões: trata do estudo da transferência do momento linear por meio da colisão entre veículos “robô”. A colisão é frontal com variação de massa (m) dos veículos em três situações distintas ($m_{\text{Carro A}} = m_{\text{Carro B}}$; $m_{\text{Carro A}} < m_{\text{Carro B}}$ e $m_{\text{Carro A}} > m_{\text{Carro B}}$). Conforme ilustra a **figura 1**, os veículos deslocam-se sobre uma faixa com listas brancas e pretas. Uma vez sabendo a largura das listas, utiliza-se um sensor de luz acoplado a estrutura dos carros para mensurar o tempo de deslocamento entre as listas, antes e depois do choque frontal, possibilitando assim determinar suas velocidades.



Figura 1. Choque frontal entre veículos “robôs” (Atividade 1).



Figura 2. Transporte de cargas por elevação vertical e horizontal (Atividade 2).

Atividade 2 – Empilhadeiras: remete ao estudo do torque e braço de alavanca em uma situação envolvendo o transporte de cargas por uma empilhadeira. Conforme ilustra a **figura 2**, o próprio NXT (módulo de processamento) e os motores servem para compor o contrapeso, já as rodas dianteiras perfazem o fulcro (ponto de apoio). A carga é posicionada a uma determinada distância do fulcro e é deslocada verticalmente, por uma torre de

1 <http://www.nupic.fe.usp.br>. Acesso em 10 de outubro de 2012.

2 <http://www.legozoom.com>. Acesso em 10 de outubro de 2012.

3 <http://mindstorms.lego.com/en-us/default.aspx>. Acesso em 5 de outubro de 2012.

elevação composta de polias, cabos e motor, e horizontalmente, impulsionada pelos motores que movem a empilhadeira como um todo. Os contentores, os quais recebem a carga (nesse caso, bolinhas de gude), são de tamanhos diferentes (tipo P, M e G) para possibilitar estudos sobre variação do centro de massa da carga.

REFERENCIAL TEÓRICO

A teoria antropológica do didático (TAD), se constitui em uma abordagem teórica dentro da tradição francesa de considerar didáticas específicas (Astolfi, 1995). A TAD se insere dentro do projeto de criação da disciplina “Educação Matemática” com estruturas conceitual e metodológica próprias. Segundo Bosch et al (2006):

“Em seu início, durante os anos 70, a Teoria das Situações Didáticas (Brousseau, 1997) foi uma das primeiras a declarar a necessidade de uma abordagem científica específica para os problemas de ensino e aprendizagem de Matemática” (Bosch et al, p.2, 2006 – tradução nossa).

Proposta por Yves Chevallard (Chevallard, 1999; Chevallard et al., 1997), emergiu como uma consequência natural da sua Teoria da Transposição Didática (Chevallard, 1985, 1992). Segundo a TAD, a Matemática deve ser interpretada como uma atividade humana, assim como diversas outras e não apenas um sistema conceitual, uma linguagem ou forma de pensar (Bosch et al, 2006).

Por ser uma proposta teórica focada na Matemática como atividade humana, pode a princípio ser aplicada a qualquer tipo de atividade -que seja possível definir tarefas a serem executadas e os conhecimentos que estão na base de sua execução. Madsen & Winslow (2009) aplicam a TAD para estudar a relação pesquisa-ensino entre universitários da Dinamarca em duas áreas distintas: geologia e matemática. Da mesma forma, Marandino e Mortensen (2011) usam a TAD para estudar as formas de transposição didática e proposição de tarefas em museus.

De maneira geral, podemos encontrar em Bosch et al (2011) um espectro dos tipos de uso e aplicação desta teoria fora do domínio específico da Matemática. No caso da Física, há de se considerar sua especificidade epistemológica de ser uma disciplina com conteúdo empírico. No entanto, por se propor a tratar todo e qualquer campo da atividade humana, a TAD encontra na Física, enquanto área de conhecimento, campo fértil para prospeção de tarefas e corpos teóricos de conhecimento que lhe sustentam a execução. Assim, como mostraremos a seguir, a TAD pode ser aplicada a atividades de ensino de Física, embora ainda sejam restritos o número de trabalhos que se proponham a isto (Bosch et al, 2011).

A TAD é composta de dois aspectos complementares, mas independentes: o primeiro refere-se às características estruturais, descritas em termos de *praxeologias*, e o segundo, remete às características de cunho funcional, centradas na ideia de momentos didáticos (Chevallard, 1999). Nossa análise se valerá apenas do aspecto estrutural, o qual possibilita essencialmente modelar e organizar o conhecimento por meio de uma organização particular denominada de *organização praxeológica* (OP). Esta OP possibilita investigar a prática de determinada tarefa correlacionando-a com um *logos*, ou seja, com uma componente teórica conceitual. Foge do escopo deste trabalho expor detalhadamente a teoria antropológica do didático, entretanto, alguns termos, conceitos e considerações precisam ser explicitados.

Uma *organização praxeológica* é expressa pelo conjunto formalmente referenciado por $[T, \tau, \theta, \Theta]$, onde T representa tipo de tarefa, a qual pode se ramificar em inúmeras tarefas $[t]$, τ representa a técnica, θ a tecnologia e remete a teoria. Ela é posta como uma “organização” composta de dois blocos distintos, porém correlacionados: o **bloco prático-técnico** $[T, \tau]$, entendido como o saber-fazer, e o **bloco tecnológico-teórico** $[\theta, \Theta]$, relacionado ao saber, ou melhor, a um discurso lógico que permite justificar e compreender o bloco prático-técnico.

Para que uma *praxeologia* seja especificada é necessária a compreensão de seus termos, de modo que vamos discutir brevemente o conjunto $[T, \tau, \theta, \Theta]$. No contexto da aplicação da robótica voltada para o ensino de Física, isto é necessário para que possamos evidenciar os estágios e estrutura das atividades, analisando-as em termos de *praxis* e *logos*, possibilitando investigar seu saber-fazer e o discurso lógico relacionado.

Bloco prático-técnico $[T, \tau]$

De acordo com a TAD, tudo que é solicitado para uma pessoa fazer, mediado por verbos, pode ser designado como tarefa. Neste sentido, tarefa evoca uma ação, um modo de realizar algo, perfazendo assim o bloco prático-técnico de uma *organização praxeológica*. É uma ramificação de uma rede mais ampla chamada pelo autor de tipo de tarefa $[T]$. Quando uma tarefa t está relacionada com um tipo de tarefa T , dizemos que $[t \in T]$. Calcular o *limite* remete a

um tipo de tarefa, porém, calcular apenas, não remete. Neste caso, calcular (somente) é o que Chevallard (1999) chama de um gênero de tarefas, a qual, por sua vez, demanda uma determinação.

No contexto da robótica, a compreensão da noção de tarefa é de uma importância, uma vez que as atividades, mesmo que estejam tratando de uma única fenomenologia ou conceito físico, podem demandar um conjunto amplo de “fazeres”. Estes podem ir desde a montagem dos “robôs” até a programação e cálculo das grandezas físicas em jogo e uso adequado dos sensores e módulos de processamento. Portanto, podemos ter um tipo de tarefa T que seja “calcular a velocidade”, que engloba uma tarefa “ t ” - calcular a velocidade do veículo em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) - tudo isso dentro de um gênero “calcular”.

Uma *Praxeologia* relativa a T (tipo de tarefa) requer uma maneira de fazer, resolver $t \in T$. Esta maneira é chamada de *técnica* $[\tau]$, que faz referência direta a maneira de realizar determinada $t \in T$, ou seja, um ‘saber-fazer’. Uma *técnica* τ só tem sentido quando ligada a uma *tarefa*. Este par é denominado de bloco prático-técnico $[T, \tau]$, (Chevallard, 1999). Por exemplo, para realizar a tarefa “calcular a velocidade do veículo em MRU”, pode-se fazer uso de várias técnicas para a coleta dos dados, desde a utilização de sensores de ultrassom ou movimento até cronômetros para obtenção experimental do tempo envolvido num determinado deslocamento.

Deste modo, se a execução de T ou t , a princípio, supõe adoção de determinada técnica, será que a justificativa para essa adoção está clara na atividade para o estudante $e/$ ou professor? Essa questão é importante ao se analisar a robótica em sala de aula, uma vez que determinadas técnicas $[\tau]$ podem ser justificadas apenas por sua eficiência, sem uma compressão real dos princípios físicos em jogo. Por exemplo, em lançamento de projéteis, pode-se chegar a conclusão, por tentativa e erro, que o ângulo de maior alcance é 45° . Entretanto, é preciso uma discussão profunda sobre movimento bidimensional e trigonometria para justificar e compreender este resultado.

Bloco tecnológico-teórico $[\theta, \Theta]$

Um dos componentes desse bloco, o termo *tecnologia* $[\theta]$, neste contexto não tem o mesmo sentido enraizado em seu uso cotidiano. De acordo com a TAD, *Tecnologia* $[\theta]$ é vista como um discurso racional que busca esclarecer e clarificar determinada *técnica*, justificar seu uso $e/$ ou eficiência. Ela busca tornar inteligível τ , assegurar seu êxito e favorecer, dentro do possível, o surgimento de novas *técnicas* $[\tau_1, \tau_2, \dots]$. Assim, θ visa a tríade: *Justificação – explicação – produção de novas técnicas*.

Cabe ressaltar que, para o conjunto de tarefas e técnicas utilizadas $e/$ ou desenvolvidas por um indivíduo na execução de determinada atividade, temos a presença de uma *instituição* $[I]$. Ela representa um agrupamento de pessoas reconhecido e legitimado pela sociedade, tais como a família, a escola, o grupo de pesquisadores, etc. Em uma instituição $[I]$, independente de T e t , um tipo de tarefa sempre é acompanhada de pelo menos um vestígio de tecnologia $[\theta]$, ocorrendo, em muitos casos, a presença de elementos tecnológicos integrados à t . Vejamos:

“Assim ocorre tradicionalmente em aritmética elementar, onde o mesmo discurso tem uma dupla função, técnica e tecnológica, na medida em que permite tanto *encontrar* o resultado exigido (função técnica) como justificar que este é o resultado esperado (função tecnológica), como quando alguém diz: ‘Se 8 pirulitos custam 10 Francos, 24 pirulitos, são 3 vezes 8 pirulitos, custarão 3 vezes mais, logo 3 vezes 10 Francos’.” (Chevallard, 1999, p. 224. - tradução nossa).

Uma tecnologia, em geral, sempre se encontra embasada por uma Teoria, representada na TAD por Θ . Assim, teoria é entendida como um discurso mais amplo que serve para interpretar e justificar a tecnologia. De modo geral, Θ em relação à θ (tecnologia), desempenha o mesmo papel que esta tem com relação à técnica $[\tau]$. Tecnologia e teoria formam o que Chevallard (1999) chama de bloco tecnológico-teórico $[\theta, \Theta]$, estritamente ligado ao ‘saber’. Uma teoria $[\Theta]$, pode propiciar várias tecnologias θ_j , as quais podem vir a justificar e torna inteligível técnicas i_j necessárias a tipos de tarefas T_{ij} . Assim, é quase inevitável a ocorrência de junções entre os constituintes elementares, vindo a se formar as *praxeologias locais* $[T, \tau, \theta, \Theta]$, centradas em um mesmo bloco tecnológico-teórico. Desse modo, podemos ter vários ‘saber-fazer’ (técnicas), justificados pelo mesmo ‘saber’ (tecnologia) (ibidem).

Defendemos que o ensino de física, apoiado por inovações tecnológicas, deve buscar não apenas a execução de determinada tarefa de aplicação da robótica por ela própria (um fazer descomprometido), tampouco deve estar focado unicamente no aspecto lúdico. Deste modo, percebemos que a *praxeologia* auxilia a evidenciar e interligar o bloco prático-técnico com o tecnológico-teórico presente nessas atividades. Isto favorece também a sistematização de sequências didáticas, contribuindo para que o professor $e/$ ou estudante sejam levados a desenvolver um discurso lógico e fundamentado

para interpretar, explicar e discutir a tarefa realizada e, conseqüentemente, as técnicas envolvidas em sua realização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ATIVIDADE 1 (Colisões)

Tipos de tarefa (T) e tarefas (t)

Esta atividade possui dois momentos, um destinado à programação e outro à montagem, ambos necessários para o estudo sobre a transferência do momento linear por meio da robótica. Estes momentos correspondem a dois tipos de tarefas distintas, porém, complementares, T_1 e T_2 . Outra situação pode ser categorizada em calcular o momento linear em função dos dados coletados pelos sensores, surgindo assim um terceiro tipo de tarefa, T_3 .

Temos então três principais tipos de tarefa (T) nesta atividade, a saber: T_1 : Desenvolver uma situação de colisão; T_2 : Programar o sensor e módulo de processamento e T_3 : Calcular o momento linear. De acordo com a TAD, um tipo de tarefa (T) pode conter uma ou mais tarefas (t) a ela relacionada ($t \in T$). Assim sendo, podemos indagar quais tarefas estavam “subordinadas” a T_1 , T_2 e T_3 ?

Apresentamos na **Tabela 1** cada tipo de tarefa separadamente, explicitando a respectiva tarefa (t) atribuída/identificada para cada T.

Tabela 1 – Atividade 1 em termos de tipos de tarefa, tarefas e objeto.

Tipo de Tarefa (T)	Tarefa (t)
T_1 - Desenvolver uma situação de colisão.	t_1 : Desenvolver uma colisão frontal entre dois veículos (m_A inicialmente em repouso e m_B com velocidade constante) em três situações distintas: $m_A = m_B$, $m_A > m_B$ e $m_A < m_B$.
T_2 - Programar o sensor e módulo de processamento.	t_{21} : Programar o sensor de Luz inserido no carro A para mensurar o tempo de seu deslocamento imediatamente antes e depois da colisão. Isso servirá de base para os cálculos posteriores.
	t_{22} : Programar o sensor de Luz inserido no carro B de modo que possa ser medido sua velocidade imediatamente após a colisão.
T_3 - Calcular o momento linear.	t_{31} : Usar os dados coletados pelo sensor para calcular a velocidade de m_A e m_B imediatamente antes e depois da colisão nas três situações propostas.
	t_{32} : Com base nos dados obtidos, calcular a quantidade de momento linear de m_A e m_B , antes e depois da colisão nas três situações propostas.

Técnicas (τ) e Tecnologias (Θ)

Apresentamos abaixo a **Tabela 2** com as principais técnicas e tecnologias identificadas em cada tipo de tarefa da Atividade 1.

Tabela 2 – Atividade 1 em termos de técnicas e tecnologias.

Tarefa (t)	Técnica (τ)	Tecnologias (Θ)
t_1	τ_1 - Utiliza-se o kit Lego NXT Mindstorms e o guia da atividade, que apresenta passo a passo os esquemas de montagem. O texto traz um rígido procedimento para que o aluno possa cumprir t_1 . Usa-se objetos de até 100g para agregar à estrutura dos veículos, alterando suas massas. Eles se deslocam sobre listas escuras igualmente espaçadas pintadas sobre uma superfície (plana e horizontal).	Θ_1 - Não é explicitado no texto justificativas e explicações do porque os veículos são construídos e dispostos do modo proposto. Porém, sua compreensão tem por base expressões do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).
t_{21}	τ_{21} - Utiliza-se o Lego NXT Mindstorms Software para desenvolvimento da programação, previamente fornecida pelo professor. Ao aluno cabe apenas inserir o programa no NXT de cada veículo e conectar demais componentes eletroeletrônicos. Ela explora o bloco de comando referente ao sensor de luz para armazenar informações do tempo que o veículo leva para passar entre duas listas.	Θ_2 - Lógica de Programação Computacional e equações do MRU.
t_{22}		

t_{31}	τ_3 - Duas principais equações são utilizadas para cada uma das situações ($m_A = m_B$, $m_A > m_B$ e $m_A < m_B$). A primeira expressão fornece velocidade média, $V_m = S/t$, e a segunda a quantidade de movimento, $Q = m.v$	Θ_3 - A situação envolve as Leis de Newton, porém sem ser explicitado no texto. A ênfase está na transferência da quantidade de movimento. Adota-se o princípio de conservação, mas sem justificativa física (em sistemas isolados, $F_{ext} = 0$).
t_{32}		

A análise revela que na atividade 1 a autonomia discente no bloco prático-técnico, especialmente ao que tange as técnicas para cumprimento das tarefas t_1 , t_{21} e t_{22} , está restrita ao seguimento das regras de montagem e programação contidas no guia da atividade. Ao analisar as instruções do aluno, observa-se que em uma das questões contidas em T_3 é solicitado o valor teórico da velocidade para que ocorra a conservação da quantidade de movimento. Porém, não se faz menção direta a sistemas isolados e à necessária condição de que a resultante das forças externas atuantes seja nula. Isto fica, então, a cargo da instituição [I] trabalhar/ explicar.

A teoria [] principal envolvida remete às leis de conservação, especialmente ao princípio de conservação do momento linear, necessário majoritariamente para melhor compreensão de T_3 e para justificar a tecnologia nela contida. Apesar desta atividade contar com alguns pré-requisitos sobre as leis de Newton, observa-se que não há um questionamento explícito sobre a utilização de determinadas técnicas no cumprimento das tarefas e problemas propostos, além de justificativas para sua eficiência e funcionalidade.

De modo geral, verifica-se que a relação entre as técnicas e tecnologia fica a cargo da instituição [I]. Há momentos da atividade onde o aluno é levado a executar uma técnica sem uma justificativa tecnológica-teórica clara (especialmente em τ_1 e τ_2).

ATIVIDADE 2 (Transporte de cargas)

Tipos de tarefa (T) e tarefas (t)

Apresentamos na **Tabela 3** a análise praxeológica de cada tipo de tarefa presentes na atividade 2, separadamente, explicitando a respectiva tarefa [t] atribuída/identificada para cada T.

Tabela 3 – Atividade 2 em termos de tipos de tarefa, tarefas e objeto.

Tipo de Tarefa (T)	Tarefa (t)
T_1 - Construir uma Empilhadeira.	t_1 : Construir uma empilhadeira com torre de elevação para transportar uma determinada carga (bolinhas de gude).
T_2 - Programar o módulo de processamento.	t_2 : Programar o módulo de processamento para acionar o movimento da torre de elevação e da própria empilhadeira.
T_3 - Transportar Cargas.	t_3 : Transportar uma determinada quantidade de bolinhas de gude com a Empilhadeira em três situações distintas: com contentor tipo P, M e G.
T_4 - Analisar a carga máxima suportada pela empilhadeira.	t_{41} : Verificar experimentalmente qual a carga máxima suportada para ser transportada pelos contentores tipo M e G.
	t_{42} : Investigar a relação entre capacidade de carga e o centro de carga.

Técnicas (τ) e tecnologias (Θ)

A **Tabela 4** apresenta as principais técnicas e tecnologias presentes em cada tipo de tarefa da atividade 2.

Tabela 4. Atividade 2 em termos de técnicas e tecnologias.

Tarefa (t)	Técnica (τ)	Tecnologias (Θ)
t_1	τ_1 - Utiliza-se o kit Lego NXT Mindstorms e o guia da atividade, que apresenta passo-a-passo os esquemas de montagem. O texto traz um rígido procedimento para que o aluno possa cumprir t_1 . Usa-se motores, a bateria e o próprio NXT para servir de contra peso.	Θ_1 - Não é explicitado justificativas e explicações do porque a empilhadeira é construída da forma proposta. Porém, sua compreensão tem por base o conceito físico torque.

t_2	τ_2 – Utiliza-se o <i>Lego NXT Mindstorms Software</i> para desenvolvimento da programação, previamente fornecida pelo professor. Resta ao aluno apenas inserir o programa no NXT.	θ_2 - Lógica de Programação Computacional
t_3	τ_3 – Apoiar o contentor no “garfo” da empilhadeira, variando a distância entre o ponto de apoio do centro de massa da carga (determinado pelo tamanho do contentor e distribuição da carga), configurando assim no braço de alavanca.	θ_3 - Adoção do <i>princípio da alavanca</i>
t_{41}		
t_{42}	τ_4 – Construção de um gráfico <i>Capacidade de Carga X Centro de Carga</i> , com base nos dados provenientes de t_3 e t_{41} .	θ_4 – Funções matemáticas e Gráficos

O discurso central na atividade se limita ao elemento θ_3 , voltado para “explicar” o bloco τ_3 , o qual, por sua vez, permite a compreensão e cumprimento das tarefas t_{31} e t_{32} de forma mais eficaz. Apesar de ser mais sutil, podemos identificar na *lei de conservação da energia* o elemento (teoria) que compreende θ_3 , pois ao mesmo tempo que o contrapeso da empilhadeira realiza trabalho, aplicando uma *força peso* sobre uma das extremidades do braço de alavanca responsável pela potência, a outra extremidade realiza trabalho sobre a carga, mantendo a empilhadeira em equilíbrio estável. Porém, esta oportunidade de discussão e debate não é explicitada no texto da atividade.

Em outras palavras, existe uma organização praxeológica local (Chevallard, 1999), com tarefas e técnicas justificadas e compreendidas por um mesmo bloco tecnológico-teórico, mas que não é totalmente aproveitado/explorado na atividade em questão.

CONCLUSÕES

Em termos praxeológicos, um primeiro ponto a ser destacado é o fato de que determinar a presença de uma teoria [Θ] neste contexto de análise mostrou-se bastante sutil. Talvez isso ocorra por que não se apresenta de forma explícita nas atividades e/ou tarefas. Contudo, este fato pode também ser devido à organização praxeológica adotada, que de fato não contém (ou não faz uso) desse constituinte, configurando-se em determinadas ocasiões apenas em tarefa, técnica e tecnologia.

Outro ponto, mais relevante a ser discutido, é que em muitas das técnicas aplicadas para cumprir as tarefas propostas o grau de protagonismo, ou seja, a autonomia discente para pensar, refletir, propor e agir, foi praticamente inexistente. Especialmente quando se tratava da coleta de dados e montagem. Constatamos que não havia um grau de liberdade para que ele próprio encontrasse a técnica mais adequada para o cumprimento das tarefas, seja uma simples determinação da velocidade ou até mesmo a posição de uma peça na estrutura da montagem. Esta postura pode ser justificada alegando-se a necessidade de tempo para realização da atividade e/ou que os objetivos educacionais são outros. Entretanto, tal fato não pode ser ignorado, dado o grau de versatilidade e possibilidades de investigação que a robótica educacional apresenta para o ensino de Física. Desta maneira, é preciso ressaltar que ainda exista uma restrição temporal para o gerenciamento das aulas, quando se deseja explorar de maneira otimizada a robótica no contexto escolar, é necessário que se faça uma cuidadosa negociação entre estes fatores e os objetivos didáticos-pedagógicos das atividades. É preciso que os objetivos formativos estejam bastante claros ao se elaborar atividades com este grau de inovação, diminuindo os riscos de desperdiçar seu potencial como instrumento de ensino.

As aplicações da robótica no contexto escolar, especialmente quando voltada para o ensino de Física, permite de fato uma abordagem vasta que pode englobar todos os constituintes praxeológicos. Porém, valorizar demais este aspecto não é suficiente. É preciso atentar-se ao saber-fazer sem esquecer do discurso lógico que o permeia e auxilia em sua compreensão. Nesta perspectiva, a noção de praxeologia, aspecto estrutural da TAD, mostrou-se como um forte aliado para melhor evidenciar a estrutura e a dinâmica de atividades propostas para o uso da robótica, analisando-as em termos de tarefas, técnicas, tecnologias e teoria.

Resumidamente, percebemos que, quando se objetiva estimular o aluno a refletir e interligar teoria e conceitos da Física com os aspectos práticos da atividade, os recursos oferecidos pela robótica devem ser utilizados ou referenciados em termos de *práxis e logos*. Acreditamos que o surgimento de uma aprendizagem significativa possa ser favorecida quando são considerados ao longo do processo de ensino e aprendizagem, para esse contexto de inovação, tanto o bloco prático-técnico quanto o bloco tecnológico-teórico (mesmo que ainda o bloco tecnológico-teórico ocorra em um momento posterior ao da realização da atividade em sala de aula). Do contrário, corre-se o risco de desenvolver a robótica pela robótica, um fazer descomprometido com

objetivos educacionais mais amplos, prevalecendo apenas a coleta de dados (sem interpretação e análise) e programação dos sensores (seguindo algoritmos pré-determinados), resultando em informações dissociadas dos aspectos conceituais e teóricos contidos nos tópicos de Física que se deseja ensinar.

Ressaltamos que outros trabalhos com o uso da TAD precisam ser desenvolvidos e ampliados, no intuito de melhor avaliar atividades que façam uso da robótica no ambiente escolar. Contudo, pode-se considerar que esta teoria apresenta-se como um útil instrumento para apontar caminhos para o melhor aproveitamento do rico potencial educacional de tais recursos inseridos no contexto do ensino de física.

BIBLIOGRAFIA

- Astolfi, J. P., Develay, M., *A didática das ciências*. São Paulo: Papirus, 1995.
- Barak, M., Zadok, Y., Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education* **19**, [3], 289-307, 2009.
- Bosch, M., Chevallard, Y., Gascón, J., Science of Magic? The use of models and theories in didactics of mathematics. In Bosch, M. *Proceedings of the 4th Conference of the European Research in Mathematics Education*, pp. 1254-1263, CERME, BARCELONA, 2006.
- Bosch, M., Gascón, J., Ruiz Olarría, A., Artaud, M., Bronner, A., Chevallard, Y., Cirade, G., Ladage, C. & Larguier CRM Documents - *Un panorama de la TAD/An overview of ATD*. Ied. Barcelona: CRM Centre de Recerca Matemática **10**, p. 203-216, 2011.
- Brousseau, G., *Theory of Didactical Situations in Mathematics. Didactique des mathématiques, 1970-1990*, in N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, V. Warfield (eds.), Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997.
- Chevallard, Y., *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*, Grenoble: La Pensée Sauvage, 1985.
- Chevallard, Y. Fundamentals concepts of didactics: perspectives given by an anthropological approach. *Recherches en Didactique des Mathématiques* **17**(3), 17-54, 1992.
- Chevallard, Y., L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques (Revue)*, Pensée sauvage **19**, [2], 221-265, 1999.
- Chevallard, Y., Bosch, M., Gascón, J., *Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje*, Barcelona: ICE/Horsori, 1997.
- Frangou, S., Papanikolaou, K., Aravecchia, L., Ionita, S., Arlegui, J., Pina, A., Menegatti, E., Moro, M., Fava, N., Monfalcon, S., Pagello, I. Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach. In: *Workshop Proceedings of SIMPAR*. Venice (Italy), November, 3 [4], 54-68, 2008.
- Li, Liang-Yi., Chang, Chih-Wei., Chen, Gwo-Dong., Researches on Using Robots in Education. In. Learning by playing. Game-based education system design and development. *Lecture Notes in Computer Science* **5670**/2009, 479-482, 2009.
- Lund, H. H., Pagliarini, L., Robot Soccer with LEGO Mindstorms. *Lecture Notes in Computer Science* **1604**/1999, 141-151, 1999.
- Madsen, L., Winslow, C., Relations between teaching and research in physical geography and mathematics at research-intensive universities. *International Journal of Science and Mathematics Education* **7**, 741-763, 2009.
- Marandino, M. ; Mortensen, M., Museographic transposition: accomplishments and applications. In: Bosch, M. et al (Org.). CRM Documents - *Un panorama de la TAD/An overview of ATD*. Ied. Barcelona: CRM Centre de Recerca Matemática **10**, p. 203-216, 2011.
- Mitnik, R., Recabarren, M., Nussbaum, M., Soto, A. Collaborative robotic instruction: A graph teaching experience. *Computers & Education* **53**, [2] 330-342, 2009.
- Papert, S., *The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*, HarperCollins, 1993.
- Pietrocola, M., Brockington, G., Schivani, M., Rouxinol, E., Raquel, T., Andrade, R. *Ensino Médio: Energia e Potência*. 3º Fascículo do Aluno da Revista de Educação Tecnológica LEGO ZOOM - **3**, 1ª Ed., Curitiba, PR., ZOOM Editora Ltda. 2009a.
- Pietrocola, M., Brockington, G., Schivani, M., Rouxinol, E., Raquel, T., Andrade, R. *Ensino Médio: Máquinas e Equilíbrio*. 4º Fascículo do Aluno da Revista de Educação Tecnológica LEGO ZOOM - **4**, 1ª Ed., Curitiba, PR., ZOOM Editora Ltda. 2009b.
- Wang, Eric L., LaCombe, J., Rogers, C. Using LEGO® Bricks to Conduct Engineering Experiments," *Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, session 2756, 2004.

Received 15-10- 2012/ Approved 29-04-2013

Ensino de química e surdez: análise da produção imagética sobre transgênicos

Teaching of chemistry and deafness: analysis of production of visual representations about transgenic

ANNA M. CANAVARRO BENITE, CLAUDIO R. MACHADO BENITE

Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão-LPEQI, Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil
anna@quimica.ufg.br , claudiobentie@gmail.com

Resumo

O uso de imagens no processo de representação e significação do conhecimento científico é característica inerente à natureza deste conhecimento. Por sua vez, estudantes surdos utilizam de linguagem visuo-espacial na construção das relações de sentido e significado. Esta investigação objetivou analisar a produção imagética, segundo a semiologia da imagem, de alunos surdos sobre o tema transgênicos. Nossos resultados apontam dificuldades na construção de relações socioculturais entre o tema e a ciência. Estas dificuldades estão relacionadas à grande influência que as imagens da mídia exercem na sociedade. Pode-se concluir que temas tecnológicos como estes precisam ser incorporados às discussões para que o ensino de química contribua na resignificação do conhecimento adquirido em situações não escolares. É possível afirmar que quando os estudantes participaram do processo de ensino e aprendizagem, como atores, produzindo suas representações gráficas, foram capazes de, em uma organização quanto às competências cognitivas, estabelecer relações de sentido e significado subtraindo características específicas dos objetos salientando, sobretudo, suas características funcionais.

Palavras-chave: ensino de química, surdez, imagens, transgênicos.

Abstract

The use of images in the process of representation and meaning of scientific knowledge is inherent to the nature of this knowledge. In turn, deaf students use visuo-spatial language to build relationships of meaning and significance. This investigation aimed to analyze the image production, according to the image semiology, of deaf students on the subject of transgenics. Our results pointed to difficulties in building sociocultural relationships between transgenics and science. These difficulties are associated with the overwhelming influence of media images on society. It can be concluded that technological issues like these need to be included in discussion, so that chemistry teaching contributes to reframing the knowledge acquired in non-school situations. It is possible to argue that when students participate in the teaching and learning process, as actors, producing their graphic representations, they were able to, establish relationships of meaning and sense, by subtracting specific characteristics of the objects, especially by highlighting their functional features.

Key words: teaching of chemistry, deafness, images, transgenic.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a educação científica tem argumentado sobre a contribuição da integração de diferentes linguagens no processo de significação e representação do conhecimento científico (Franzoni *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2006; Impagliazzo, 2005). Muita ênfase tem sido dada à análise das dimensões imagéticas nos processos de ensino e aprendizagem de ciências. Não obstante, a imagem tem assumido papel central na sociedade do conhecimento e tem sido cada vez mais requisitada como recurso discursivo (Dahmen e Thaler, 2009).

Certamente, vivemos hoje em uma sociedade imagética. Imagens estão presentes em nosso cotidiano, na TV, nos outdoors, nos materiais didáticos, cartazes de propaganda e na internet. Todavia, não é uma novidade, pois a produção imagética tem sido utilizada pelo homem como expressão de sua cultura há muito tempo (Santaella e Nöth, 1998). Na constituição das sociedades, as imagens foram e são produzidas com fins de propaganda, informação, conotação religiosa ou ideológica, *etc.* Uma imagem é produzida para ser vista por um espectador, contudo várias são as intervenções que se interpõem nesta relação, tal como o saber e as crenças vinculados a um sujeito sócio-temporal (Aumont, 1993).

O que é uma imagem? Segundo Joly (1996) “o termo imagem é tão utilizado, com tantos tipos de significação sem vínculo aparente que parece bem difícil dar uma definição simples dele, que recubra todos os seus empregos”. O que há de semelhante entre um desenho, um filme, uma pintura, grafite e cartazes? São produções e, portanto, nem sempre se remetem ao visível, mas “tomam alguns traços emprestados do visual e, de qualquer modo,

dependem da produção de um sujeito: imaginária ou concreta, a imagem passa por alguém que a produz ou reconhece” (Joly 1996, p.13).

No ensino de química a interface imagética constitui um importante veículo para a comunicação das ideias, haja vista que símbolos, fotografias, figuras e esquemas são elementos essenciais na descrição e significação do conhecimento científico que se caracteriza pela pluralidade nas formas de expressão (Gibin e Ferreira, 2010; Martins e Gouvêa, 2005).

O conhecimento científico é simbólico e tem linguagem particular que se utiliza de uma variedade de representações semióticas. São representações gráficas, visuais, numéricas, dentre outras, inerentes à constituição da linguagem científica e aos modos discursivos de comunicação desta linguagem (Lemke, 2003, 2006). Deste modo, imagens têm papel crucial na explicação de conceitos e são recursos fundamentais para a comunicação das ideias científicas (Martins *et al.* 1999; Martins e Gouvêa 2005). Compreender esse conhecimento envolve dar significação a essas representações.

Se a linguagem expressa conhecimentos construídos pelos sujeitos em seus meios sociais, investigá-la pode revelar sobre o processo de significação destes. Segundo Martins *et al.* (1999), a linguagem pode ser escrita, falada ou ainda uma interação entre diversos sistemas de representação e, dentre estes, a imagem. Isto é, a linguagem pode ser verbal (palavra falada ou escrita) ou não-verbal (códigos que não são palavras).

Como exemplo de linguagem não verbal é possível destacar o desenho, uma expressão visual, uma imagem fixa (Joly, 1996). Este mantém relação de analogia qualitativa entre o significante e o referente, pois retoma as qualidades formais de seu referente (formas, cores, proporções) que permitem reconhecê-lo (Barthes, 1990). Se o desenho parece com a coisa é porque não é a própria coisa, porém sua função é evocar, expressar sentidos, ou seja, ser uma representação, um signo.

No contexto da educação inclusiva é crescente o número de alunos surdos matriculados no ensino regular. Fato que não garante que a educação científica reconheça a diversidade e responda com qualidade didático-pedagógica suas necessidades de aprendizagem, mas indica que é urgente que as especificidades deste grupo social sejam consideradas nas aulas de ciências (Pereira *et al.*, 2011).

Sacks (1998) discorre sobre a acentuada visualidade no surdo, o que os endereçaria às formas de memória especificamente visuais, considerando a utilização da linguagem de sinais que faz a vez das palavras. A linguagem brasileira de sinais (Libras) é uma língua de modalidade gestual-visual porque utiliza como canal ou meio de comunicação, movimentos gestuais e expressões faciais que são percebidos pela visão (Queiroz e Benite, 2009).

Como os sinais, os traços grafados no papel substituem as palavras, amparando-as. Assim, como um objeto pode ser identificado e classificado por uma palavra ele também pode ser representado por um desenho. A palavra ganha sentido após a internalização de seu significado por meio do conceito e, os desenhos podem representar o conceito, o seu significado, pois “são instrumentos de comunicação entre as pessoas... instrumentos de intercessão entre o homem e o próprio mundo” (Joly, 1996, p.59).

Considerando a marcante visualidade do surdo, é possível inferir que esta auxilia a percepção do meio e a memória visual contribuindo para a representação gráfica. “Os surdos adquirem certa intensificação da sensibilidade visual e passam a apresentar uma orientação mais visual no mundo” (Sacks, 1998, p. 113).

Assumidos estes pressupostos, esta investigação apresenta uma discussão a respeito do uso de imagens no contexto da educação científica. O objetivo foi estudar o processo de produção de significados em desenhos (produções imagéticas) elaborados por alunos surdos sobre a temática transgênicos. Como ferramenta analítica, fundamentou-se nas noções: de imagem de Joly (1996) e da semiótica de Barthes (1971, 1990).

METODOLOGIA

Esta é uma investigação qualitativa, pois utiliza técnicas interpretativas para traduzir e expressar o sentido de fenômenos do mundo social (um universo de

significados, valores, atitudes e crenças), ou seja, as relações entre processos que caracterizam os fenômenos (Denzin e Lincoln, 2000). Importa salientar seu caráter descritivo-explicativo, uma vez que intenciona-se descrever e explicar um fenômeno determinado e depois compreender o significado dessa produção (Lofland e Lofland, 1984).

Sete professores de química em formação inicial incluíram na realização de suas regências a temática biotecnologia e transgênicos durante a realização de seus estágios supervisionados, no ano de 2010. Antes de abordarem a temática, convidaram os sujeitos da investigação a produzir imagens (desenhos) sobre a seguinte questão: O que é um organismo transgênico?

Vinte e sete alunos surdos do segundo ano do ensino médio de escolas estaduais da cidade de Goiânia (escolas-campo de realização de estágio dos cursos de licenciatura em química da UFG e UEG), Região Centro-Oeste do Brasil, foram sujeitos desta investigação.

O desenho é um texto não-verbal formado por signos e, por isso, recorremos a noções da semiótica para melhor analisá-lo, pois a semiótica realiza investigações sobre signos, sistemas e processos signíficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sentidos e as representações imagéticas podem ser variados conforme as particularidades de cada sujeito do grupo social, em nosso caso, os alunos surdos. Isto porque a formação pessoal e escolar destes influencia os significados selecionados para serem representados.

As produções imagéticas foram categorizadas a partir das enunciações produzidas. Isto é, a partir das manifestações da comunicação não-verbal materializadas nos desenhos. Centrou-se a atenção nos desenhos, que representaram essas manifestações, buscando convergências, interconexões e/ou articulações.

Relacionamos as convergências em busca de regiões de generalidades resultantes da nossa compreensão e interpretação acerca do problema investigado. Este processo consistiu de um movimento de esforço de reunir-se, com sentido e de modo inteligível, as convergências das comunicações dos sujeitos da pesquisa explicitadas em imagem e proposições que representem sua compreensão do conceito. Deste modo, a produção imagética dos sujeitos desta investigação convergiu para três categorias:

1) *tentativa de reelaboração conceitual* – O termo transgênico refere-se a qualquer organismo cujo genoma foi alterado pela “*introdução de DNA exógeno, que pode ser derivado de outros indivíduos da mesma espécie, de uma espécie completamente diferente ou até mesmo de uma construção genética sintética*” (Borém e Santos, 2003, p.297). Compreender o conceito de transgenia envolve compreender fenômenos em nível molecular que dizem respeito a conhecimentos químicos. Porém, este conceito é geralmente confundido com o conceito de organismo geneticamente modificado (OGM) que, não raro, é considerado até mesmo sinônimo. O OGM é um organismo cujo material genético foi manipulado, portanto, todo transgênico é um OGM, mas a recíproca nem sempre é verdadeira. Uma bactéria pode ser modificada geneticamente para expressar mais vezes uma proteína, mas isso não a torna um transgênico, já que não recebeu nenhum gene de outro organismo. A categoria tentativa de reelaboração conceitual se refere às tentativas de definição e explicação sobre o que é um transgênico, considerando a confusão existente com o OGM. Seis sujeitos concentraram suas produções nesta categoria e, na figura 1, apresenta-se algumas destas.

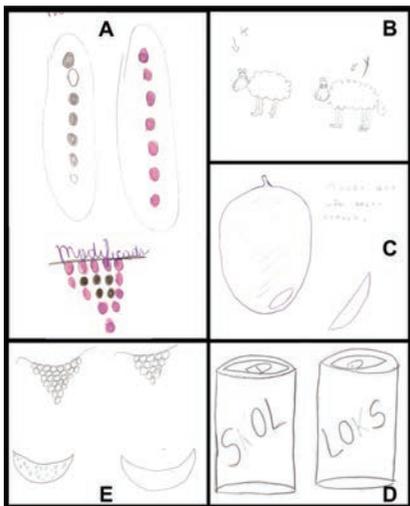


Figura 1. Exemplos de produção imagéticas- tentativa de reelaboração conceitual.

Segundo Barthes (1971), qualquer mensagem exige em primeiro lugar um contexto, um referente ao qual se remete. Os resultados permitem inferir que estas imagens conseguiram reelaborar o conceito de organismo, uma vez que, os sujeitos representaram além de vegetais (figura 1A), frutas (figuras 1C e 1E), animais (figura 1B) e ainda, uma generalização do que seria organismo (figuras 1D).

Somente a figura 1A tem mensagem conotativa que se refere a transferência de genes de um organismo a outro, aproximando-se do conceito científico. As demais produções têm mensagem icônica que se refere a alterações da sequência de um organismo alteradas neste mesmo organismo, tal como: manga sem fiapos ou cabelo (figura 1C), ou frutas sem caroços (figura 1E), que nos remetem ao conceito de OGM.

Na figuras 1B e 1C, quando os estudantes utilizam de linguagem verbal escrita para representar suas concepções, estabelecem relações entre o código verbal e o não verbal. Esta relação pode revelar uma tentativa de facilitar a compreensão de quem observa, ou ainda, elucidar a maneira de como estes construíram suas significações.

Refletindo sobre estas produções, é preciso considerar que apesar de remeterem ao isolamento, a clonagem e a transferência de genes não consideraram a dimensão molecular, ou seja, os resultados não revelam nada sobre a compreensão do envolvimento das reações químicas neste processo. Portanto, não passam de uma tentativa, o que não desqualifica as mesmas no processo de significação conceitual.

2) *imagem distorcida* - Os debates e questionamentos sobre os transgênicos têm como seu principal tema a saúde humana. Segundo Pedrancini *et al.* (2007), “*as controvérsias em relação aos riscos dos alimentos transgênicos são bastante acirradas mesmo na comunidade científica*” (p.142). Os defensores da utilização argumentam que a possibilidade de um transgênico ser causa de patologias não é maior do que a possibilidade para alimentos convencionais. Já Nodari e Guerra (2003) afirmam que “*como o transgene confere novas características, em geral, pouco avaliadas quanto aos seus impactos, ainda não foi gerada base de conhecimento para abordar esse assunto*” (p.108).

Vale ressaltar que estes debates estão amplamente divulgados na mídia, “*a imagem invasora, onipresente aquela que se critica e que, ao mesmo tempo, faz parte da vida cotidiana de todos*” (Joly, 1996, p.14). A categoria imagem distorcida refere-se à repulsa aos alimentos transgênicos. Onzesujeitos concentraram suas produções nesta categoria (figura 2).

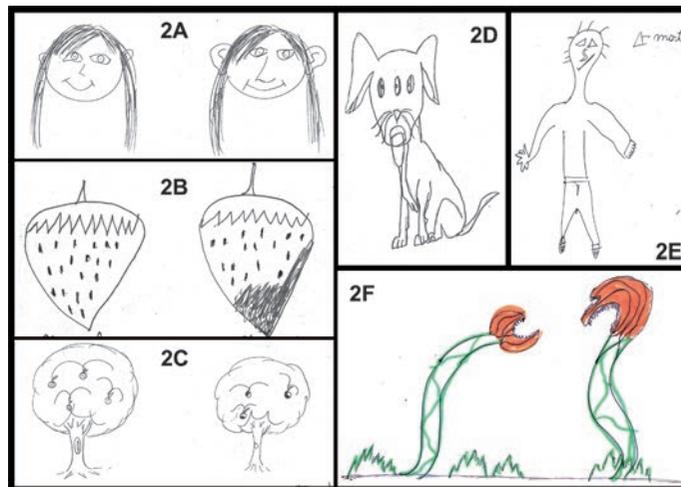


Figura 2 - Exemplos de produção imagéticas - imagem distorcida.

Essas produções versam sobre temas que se referem a ameaças à biodiversidade devido ao fluxo gênico de uma população para outra, trazendo consequências, tais como: deslocamento ou eliminação de espécies (fig. 2A -menina com orelhas e nariz deformados, fig.2D- cão com três olhos e fig. 2E- a representação da morte); exposições de espécies a agentes patogênicos (fig.2B- morango estragado); criação de plantas daninhas de difícil controle (fig. 2F); e poluição genética (fig.2C-laranjeira menor produzindo menos frutos).

Concorda-se com Barthes (1990) que a imagem é um signo carregado de sentido cultural. Desta forma, é possível compreender que estas produções imagéticas foram utilizadas para representar a “*imagem*” que os sujeitos têm de organismos transgênicos. Todas elas fizeram associações sistemáticas (mais ou menos justificadas) que serviram para identificar o conceito atribuindo-lhe certas qualidades socioculturalmente elaboradas. A repulsa ao transgênico nos parece derivada da desconfiança, fomentada pela desinformação, e pela situação que vivemos: embora haja, no Brasil, grande resistência

para a liberação e comercialização de transgênicos, safras de soja tem sido amplamente comercializadas (Pedrancini *et al.*, 2007).

3) *imagem genérica*- A tecnologia de produção de alimentos transgênicos começou utilizando a engenharia genética para promover a resistência de vegetais a doenças e insetos, sua adaptação e melhoria da qualidade nutricional (Aragão *et al.*, 2001). Porém, a expansão neoliberal da fronteira agrícola em busca de maior produtividade levou a rápida expansão desta tecnologia. A categoria imagem genérica se refere ao contexto de produção amplamente divulgado pela mídia televisiva. Dez sujeitos desta investigação concentraram suas produções nesta categoria (Figura 3).

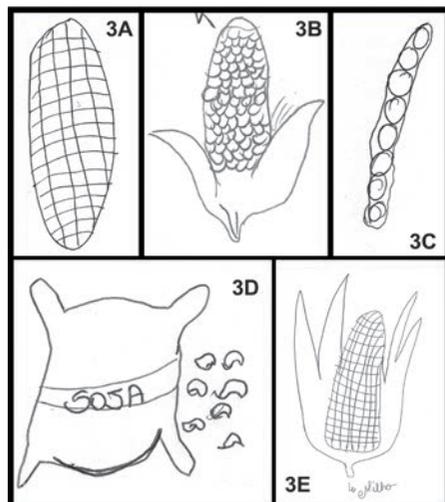


Figura 3- Exemplos de produção imágéticas- imagem genérica.

Novamente, utiliza-se Barthes (1971) para inferir sobre a influência da imagem publicitária da mídia televisiva que espetaculariza e ficcionaliza. Importa não confundir suporte com conteúdo, a TV, o rádio, etc. são a mídia e a publicidade, o conteúdo. “A imagem publicitária é franca, enfática, essencialmente comunicativa e intencional” (Joly, 1996, p.71).

Nossos resultados reproduzem os signos socioculturais brasileiros, uma vez que, no Brasil, para cultivos em grandes áreas, as primeiras plantas geradas contendo genes de resistência a herbicidas e insetos foram soja, algodão, milho e canola (Takahashi *et al.*, 2008). O significativo, segundo Barthes, é um elemento essencial para a constituição de um signo: formam esquemas de expressão que são mediadores entre o significado e o conteúdo formulado pelo significado. O significante necessita da matéria para compor o sentido do signo, em nosso caso, manifestada pela produção imágética.

Importa considerar que nossos resultados, embora muito influenciados pela imagem da mídia (livros, revista, jornais e principalmente televisão) aliados ao ensino ausente do estabelecimento das relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS), não nos permitem afirmar que houve generalização do conceito, somente abstração. Entretanto, as concepções expressas por imagens podem representar o início do desenvolvimento conceitual. Relações de sentido e significado foram estabelecidas quando a produção imágética dos alunos surdos contemplou elementos concernentes ao perfil conceitual, tais como:

a) plantas com maior resistência (figuras 3), expressão de um gene isolado de um organismo manifestando sua característica em outro (figuras 1E e 1C), OGM (figuras 1B e 1D), nas categorias *imagem genérica* e *tentativa de reelaboração conceitual*.

b) associação da temática à deformação e morte (figuras 2 A, 2D, 2E e 2F), expressões que traduzem a polêmica ligada ao tema (figuras 2B e 2C), ainda pouco entendido, não permitindo um posicionamento frente às questões éticas sobre sua utilização, na categoria *imagem distorcida*. Implicitamente aqui a imagem denota uma visão de ciência não neutra e a serviço da era biotecnológica industrial.

De acordo com Vygotski (2001), o significado é constituído socialmente, ou seja, um signo é compartilhado por um grupo de pessoas e a noção de sentido depende da experiência particular de cada indivíduo. É possível dizer que a produção imágética (figura 1A) demonstrou compreender o significado, compartilhado socialmente (em ciências), de transgenia.

CONCLUSÕES

Nossos resultados apontam dificuldades na construção de relações socioculturais entre o tema e a ciência. Estas dificuldades estão relacionadas à grande

influência que as imagens da mídia exercem na sociedade.

Pode-se concluir que temas tecnológicos como estes precisam ser incorporados às discussões para que o ensino de química contribua na ressignificação do conhecimento adquirido em situações não escolares.

É possível afirmar que quando os estudantes surdos, com língua constituída (LIBRAS), participaram do processo de ensino e aprendizagem, como atores, produzindo suas representações gráficas foram capazes de, em uma organização quanto às competências cognitivas, estabelecer relações de sentido e significado, subtraindo características específicas dos objetos e salientando, sobretudo, suas características funcionais.

Finalmente, a produção imágética serviu como estratégia de comunicação para o estudante surdo, permitindo-o dizer aos pesquisadores (professores) que conhecia o que estava desenhando, ou seja, atuando como ferramenta na ação mediada do ensino de química.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil pelo fomento concedido.

BIBLIOGRAFIA

- Aragão, F.J.L.; Vianna, G.R.; Albino, M.M.C.; Dias, B.B.A. e Faria, J.C., Transgênico resistente a geminivírus. *Biotecnologia, Ciências e Desenvolvimento*, **19**, 22-26, 2001.
- Aumont, J., *A imagem*. Trad. Abreu, E.S. Papirus, São Paulo, 1993, p.77-255.
- Barthes, R. *Elementos de Semiologia*. Cultrix, São Paulo, 1971.
- Barthes, R. O óbvio e o obtuso: ensaios críticos III. Trad. Léa Novaes. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1990.
- Borém, A. e Santos, F.R., *Biologia simplificada*, Ed. UFV: Viçosa, 2003, p.297-298.
- Dahmen, J.; Thaler, A., Image is everything! Is image everything?! About perceived images of science, engineering and technology. In: Proceedings of 37th Annual Conference of SEFI, 1st-4th July 2009, Rotterdam.
- Denzin N. K., Lincoln Y.S., *Handbook of qualitative research*. Ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2000.
- Franzoni, G.; Laburú, C.E.; Silva, O. H.M., O desenho como mediador representacional entre o experimento e esquema de circuitos elétricos, *Revista Electrónica de Investigación em Educación en Ciencias* **6**, [1], 1-11, 2011.
- Gibin, G. B.; Ferreira, L.H., A formação inicial em química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais. *Química Nova*, **33**, [8], 1809-1814, 2010.
- Impagliazzo, M., A ciência do desenho e o desenho no ensino de ciência, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, VII Congresso, 1-5, 2005.
- Joly, M., *Introdução à análise da imagem*, Papirus, Campinas, 1996.
- Lemke, J. L., *Teaching all the languages of science: words, symbols, images, and actions*, <<http://www-personal.umich.edu/~jaylemk1/papers/barcelon.htm>>, 2003.
- Lemke, J. L., Investigar para El Futuro de La Educación Científica: Nuevas Formas de Aprender, *Nuevas Formas de Vivir. Enseñanza de las Ciencias*, **24**, [2], 5-12, 2006.
- Lofland, J.; Lofland, L., *Analyzing social settings: a qualitative observation and analysis* 2ª ed., Belmont, CA: Wadsworth, p. 23-29, 1984.
- Martins, I.; Ogborn, J.; Kress, G., Explicando uma explicação. *Ensaio: Pesquisa e Educação em Ciências*, **1**, [1], p.31-46, 1999.
- Martins, I; Gouvêa, G., Análisis aspectos da leitura de imagens em livros didáticos de ciências por estudantes do ensino fundamental no Brasil. *Enseñanza de las ciencias*, número extra, p.1-12, 2005.
- Nodari, R. O., Guerra, M.P., Plantas transgênicas e seus produtos: impactos, riscos e segurança alimentar. *Revista Nutrição*, **16**, [1], 105-116, 2003.
- Pedrancini, V.D.; Corazza-Nunes, M. J.; Galuch, T. B.; Moreira, A. L. O. R.; Ribeiro, A. C., Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, **6**, [2], 299-309, 2007.
- Pereira, L.L.S.; Benite, C.R.M.; Benite, A.M.C.B., Aula de química e surdez: sobre interações pedagógicas mediadas pela visão. *Química Nova na Escola*, **33**, [1], 47-56, 2011.
- Queiroz, T. G. B.; Benite, A. M. C. A educação de surdos mediada pela língua de sinais e outras formas de comunicação visual. *Anais do XXV CONADE – Congresso de Educação do Sudoeste Goiano*. Jataí: 2009.
- Sacks, O., *Vendo vozes. Uma viagem ao mundo dos surdos*. Ed. Companhia das letras, São Paulo, p.32-118 1998.
- Santaella, L.; Nöth, W., *Imagem: Cognição, Semiótica, Mídia*. Iluminuras, São Paulo, 1998, p.28-190.
- Silva, H. C.; Zimmermann, E.; Carneiro, M. H. S.; Gastal M. L.; Cassiano, W. S., Cautela ao usar imagens em Aulas de Ciências, *Ciência e Educação* **12**, [2], 219-233, 2006.
- Takahashi, J.A.; Martins, P.F.F. e Quadros, A.L., Questões Tecnológicas Permeando o Ensino de Química: O Caso dos transgênicos. *Química Nova na Escola*, **29**, 3-7, 2008.
- Vygotski, L.S., *A construção do pensamento e da linguagem*. Martins Fontes: São Paulo, p.23-78, 2001.

Received 15-09-2012/ Approved 29-04-2013

O ensino de ciências para crianças de 5-6 anos.

Teaching science for children 5-6 years old

MARIA HELENA BLASBALG, AGNALDO ARROIO

Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo (USP), Brasil
mblasbalg@uol.com.br, agnaldoarroio@yahoo.com

Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo ampliar as discussões em torno do ensino de ciências nos anos iniciais de escolaridade, com ênfase no papel da brincadeira na construção do conhecimento científico. Para tal, foi realizada uma pesquisa qualitativa em uma classe de crianças na faixa entre 5 e 6 anos de idade de uma escola da cidade de São Paulo, ao longo de um ano letivo. Visando compreender em profundidade o contexto educativo envolvido, foram realizadas filmagens, fotografias, entrevistas, anotações de campo e análise dos documentos elaborados pelas crianças no decorrer do projeto interdisciplinar "Sistema Solar". Os resultados reforçam a importância das brincadeiras no processo de atribuição de significados dos temas relacionados a ciências naturais bem como evidenciam o papel central do professor na mediação desse processo.

Palavras-chave: anos iniciais de escolaridade, ensino de ciências, brincadeira.

Abstract

This research aims to broaden the discussions of science education in the early years of schooling, with emphasis on the role of play in the construction of scientific knowledge. To this end, we conducted a qualitative study in a class of children between the ages of 5 and 6 years old from a school in the city of São Paulo, throughout one school year. In order to understand in depth the educational context involved, we held footage, photographs, interviews, field notes and analysis of the documents produced by the children during the interdisciplinary project "Solar System". The results reinforce the importance of play in the process of assigning meanings to issues related to natural sciences as well as highlighting the central role of the teacher in mediating this process.

Key words: early years education, science education, play.

INTRODUÇÃO

O ensino de ciências nos anos iniciais de escolaridade é um tema que vem sendo bastante discutido na atualidade. Com base na abordagem sociocultural de educação, essas pesquisas enfatizam a importância do ensino de ciências no desenvolvimento infantil, uma vez que a apropriação dos conceitos científicos, atitudes e habilidades a eles relacionadas possibilitam à criança conciliar as diferentes esferas da vida humana, de forma que, vislumbrando a Ciência e seus produtos como elementos presentes no seu dia-a-dia, possam compreender melhor o mundo que as cercam (Carvalho, 2004, 2007, 2008; Sasseron & Carvalho, 2007; Dewey, 2010; Bruner, 2007; Capecchi, 2004; Vega, 2006; Deighton, Morrice & Overton, 2011; Johnston, 2005, 2011).

Considerando as necessidades específicas das crianças pertencentes aos estágios iniciais da educação e as concepções de ensino vigentes na atualidade para essa área do conhecimento, o presente estudo visou discutir o ensino e a aprendizagem dos temas relacionados a ciências naturais nos anos iniciais de escolaridade, com ênfase no papel da brincadeira no processo de construção do conhecimento científico.

Sendo assim, as atividades desenvolvidas nesta pesquisa buscaram priorizar as interações sociais e o brincar, de modo a propiciar às crianças experiências capazes de aproximar as explicações do senso comum à aquelas validadas pela comunidade científica no processo de ressignificação do mundo.

A perspectiva sociocultural de ensino de ciências

Com base na crença de que a ciência é uma cultura detentora de regras, linguagens e valores próprios (Capecchi, 2004; Carvalho, 2008; Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994; Capecchi & Carvalho, 2006), o ensino de ciências deve possibilitar à criança o desenvolvimento de novas visões de mundo, por meio do estabelecimento de relações entre as linguagens e práticas específicas da cultura científica com as do cotidiano infantil, de modo a favorecer seu engajamento reflexivo em assuntos científicos de seu interesse e, com isso, ampliar sua participação na sociedade contemporânea de forma crítica e consciente.

As pesquisas realizadas por Johnston (2011) indicam que o ensino de ciências deve ser estimulado desde cedo nas crianças e entendido em seu sentido holístico, ou seja, deve buscar, além da compreensão dos conceitos científicos, o desenvolvimento de atitudes e habilidades a eles relacionadas. Para Johnston (2005), a construção do conhecimento científico se desenvolve conforme a criança explora o mundo ao seu redor em busca de soluções para problemas do cotidiano, vivenciando experiências por meio das quais atribui significados aos fenômenos de seu interesse ou preocupação. Sob esse enfoque, a exploração é uma importante parte do processo de aprendizagem e, portanto, é preciso oferecer às crianças os meios para que explorem as mais variadas fontes, pois quanto mais rica for a experiência, maior a possibilidade de estabelecer relações significativas no processo de reconstrução da realidade e apropriação do mundo (Vygotsky, 2003).

A importância da exploração na construção do conhecimento científico também é fortemente defendida por Vega (2006). A autora acredita que o ensino de ciências deve ter por finalidade promover oportunidades para que o aluno entre em contato com a cultura científica desde os primeiros anos de vida por meio da experimentação, uma vez que, pelas mãos, as crianças têm condições de averiguar e comprovar o funcionamento das coisas, suas causas e os efeitos que produzem, realizando, assim, suas primeiras deduções.

A partir das discussões apresentadas, entendemos que o ensino de ciências deve ser almejado desde os primeiros anos da escolaridade, tendo como ponto de partida experiências que possibilitem às crianças a construção de significados científicos que as levem a compreenderem melhor o mundo em que vivem.

A atribuição de significados científicos

A abordagem histórico-cultural de Lev Vygotsky está apoiada nas qualidades únicas que a espécie humana possui em atuar em diferentes contextos culturais e históricos, de forma que as características particulares da vida social humana são refletidas ao longo da internalização do processo de construção do conhecimento. Nessa abordagem, a linguagem oral é considerada a principal atividade simbólica no desenvolvimento intelectual da criança, uma vez que, devido a sua função organizadora, a fala, quando incorporada à ação, possibilita a internalização do campo visual durante a resolução de problemas (Vygotsky, 2009).

Vygotsky (2003) acredita que desde os primeiros anos de vida, as crianças reproduzem através das brincadeiras parte do que veem e escutam, reelaborando as experiências vividas em novas combinações com os elementos da realidade, de forma a contemplar seus focos de interesses ou necessidades.

O papel dos focos de interesse no processo de atribuição de significados é enfatizado por Dewey (2010) que defende que os temas de estudos não podem ser concebidos por motivos alheios aos alunos, ou seja, sem levar em consideração a experiência, impulsos e interesses da criança.

Tal concepção de educação reforça o papel fundamental do professor em utilizar as experiências da vida cotidiana dos alunos de modo a levá-los, gradualmente, e por meio da extração de fatos e leis nelas contidas, às experiências reflexivas e de ordem científica.

O papel da brincadeira na atribuição de significados

O fenômeno lúdico e suas implicações no desenvolvimento cognitivo infantil é um tema bastante estudado na literatura. Dentre os pesquisadores que defendem a importância das brincadeiras no desenvolvimento da criança se encontra Jerome Bruner (2007) cujos estudos enfatizam o papel da brincadeira na construção do pensamento simbólico nas formas de compreender o mundo. Segundo o autor, as brincadeiras estimulam as potencialidades da criança bem como proporcionam condições para a aprendizagem das normas sociais em situações menos rígidas e de menor risco, oferecendo oportunidades para que, experimentando diferentes condutas, busquem ferramentas para a resolução de problemas.

Considerando que o brincar é uma atividade humana criadora, na qual imaginação, fantasia e realidade interagem no estabelecimento de relações sociais com outros sujeitos, por meio da brincadeira, a criança tem chance de

experimentalmente o mundo dos adultos de modo a contemplar suas necessidades e interesses, estabelecendo novas maneiras de interpretação, expressão e de ação sobre o mundo (Vygotsky, 2003; Corsaro, 2002). Suas diferentes formas de uso desempenham um importante papel na criação e recreação da cultura na qual a criança está inserida.

Partindo do pressuposto de que as brincadeiras propiciam às crianças oportunidades para a que estabeleçam novas relações e combinações a partir das experiências armazenadas, “o ato lúdico representa um primeiro nível de construção do conhecimento” (Kishimoto, 2002, p. 144). O conhecimento assim elaborado, expressa as tentativas iniciais da criança na construção dos conceitos, que, embora ainda bastante intuitivos, refletem suas primeiras reflexões.

Sob essa ótica, a brincadeira assume um importante papel na construção dos conceitos científicos que, iniciada pelo prazer e pela motivação, complementada com outras atividades não lúdicas, pode prosseguir, mediante a orientação do adulto, em sua sistematização até adquirir o caráter de ideias lógico-científicas.

METODOLOGIA

Este estudo envolveu uma pesquisa qualitativa, realizada em uma classe composta por 18 alunos na faixa dos 5 a 6 anos de idade de uma escola da cidade de São Paulo, durante o ano letivo de 2010. Esse tipo de delineamento foi escolhido uma vez que o significado e o processo se mostraram elementos cruciais na compreensão do contexto da pesquisa (Bogdan & Blikien, 2003). Dessa forma, buscou-se compreender qual o papel da brincadeira no processo de ensino e aprendizagem de ciências a partir da análise tanto das atividades planejadas tendo em vista uma abordagem sociocultural de educação para essa área do conhecimento, como das demais situações do cotidiano escolar.

Com base nas expectativas curriculares para as crianças desta faixa etária e na perspectiva sociocultural de ensino de ciências, o tema “Sistema Solar” foi estudado de forma sistemática através de um projeto interdisciplinar, emergente dos focos de interesse do grupo em decorrência do globo terrestre que uma aluna levou à escola nos primeiros dias de aula do ano.

Uma vez que o globo gerou muito interesse nas crianças do grupo, a professora utilizou esse material para investigar as hipóteses que os alunos possuíam sobre o planeta Terra. Em uma roda de conversa a professora perguntou às crianças o que o globo representa e, depois de escutar a resposta dos alunos, lançou a seguinte questão: Será que a Terra é exatamente como vemos neste globo? A partir dessa pergunta o projeto começou a se desenvolver.

O tema gerou tanto interesse que outras crianças passaram a levar para sala de aula livros de literatura infantil e de divulgação científica, pesquisas da internet, notícias de jornal, brinquedos e etc. sobre o assunto. Esses materiais propiciaram discussões em rodas de conversa e puderam ser manipulados livremente por todas as crianças. Entretanto, o livro “Missão: Espaço - uma viagem pelo universo” gerou interesse especial e, em vista disso, ficou decidido que a professora leria um capítulo por dia, pois seria muito cansativo fazer sua leitura de uma só vez.

A partir de então, foi se estabelecendo uma rotina de estudo, planejada para favorecer a construção dos conceitos científicos, privilegiando a ação, a representação e a tomada de consciência, com a explicitação verbal do que foi feito (Corsino, 2002). Com base nesses pressupostos, a rotina de estudo tinha início pela leitura e discussão dos materiais trazidos pelas crianças em rodas de conversa, incluindo a leitura do capítulo do livro, seguida da manipulação livre desses materiais.



Figura 1. Crianças manipulando os livros relacionados ao projeto

Após a leitura e discussão das novas informações, as crianças, transformadas em astronautas, assistiam a projeção de transparências contendo fotos sobre o

tema, retiradas de portadores da esfera de divulgação científica. Por iniciativa das próprias crianças essa atividade se transformou numa brincadeira de faz de conta denominada *Viagem espacial*. As *Viagens espaciais* tinham início com a organização das cadeiras do “foguetete”, seguida da contagem regressiva. A tela de projeção representava a janela do foguete. Conforme as imagens apareciam na “janela do foguete”, as crianças eram estimuladas pela professora a externar suas hipóteses sobre o que estavam vendo. Após essa pequena discussão, o retroprojetor e as imagens eram disponibilizados para a manipulação livre das crianças. Essa proposta pedagógica teve a finalidade de aproximar as crianças da cultura científica, criando um espaço lúdico e de exploração no processo de aprendizagem.



Figura 2. Crianças manipulando o aparelho de retroprojetor

Por último, as principais ideias discutidas eram organizadas num texto coletivo, seguido do seu respectivo registro gráfico. Concluído o registro, cada criança foi convidada a explicar para a pesquisadora o conteúdo de seu trabalho. Essa proposta buscou oferecer um espaço para a sistematização dos conceitos estudados, bem como para a recreação subjetiva desses temas através do desenho e das artes plásticas, pois, segundo Derdyk, (1989), o desenho é brincadeira, é experimentação, é vivência. Por meio dele, a criança expressa, organiza e comunica seu pensamento e, nesse processo, apropria-se do conhecimento do mundo e de si mesma.

É importante ressaltar que essa rotina de estudo visou aproximar os alunos da cultura científica, buscando privilegiar uma abordagem holística de educação (Johnston, 2011) segundo a qual o ensino de ciências deve englobar, além da construção dos conceitos, as atitudes e habilidades a eles relacionadas. Com isso, buscou-se proporcionar às crianças experiências que as levassem a elaborar hipóteses, compartilhar as descobertas, refletir sobre situações do cotidiano, posicionar-se como parte da natureza e membro de uma espécie, ter contato com livros de divulgação científica e equipamentos tecnológicos, refletir sobre as implicações de esses saberes para a sociedade e transformar naturalmente, ou seja, sem imposição, a linguagem cotidiana em linguagem científica (Carvalho, 2007).

Para compreendermos o papel da brincadeira no processo de construção do conhecimento científico, neste trabalho procurou-se analisar situações lúdicas nas quais os temas relacionados ao projeto “Sistema Solar” estivessem presentes. Sendo assim, com base nas ideias defendidas por Derdyk, (1989) e Moreira (2005) segundo as quais o desenho é brincadeira, foram analisados cento e oitenta registros gráficos decorrentes da sistematização dos tópicos de estudo, bem como as brincadeiras provenientes dos recreios, horários livres e livre exploração dos diversos materiais relacionados ao tema de estudo. Visando preservar a privacidade das crianças, seus nomes foram trocados por letras e foi solicitada aos pais a autorização escrita para o uso das imagens.

RESULTADOS

A análise dos registros gráficos evidenciou que esses documentos expressam, além das informações estudadas, aspectos do cotidiano das crianças, tais como, amigos, família, animais e etc., seus focos de interesse e preocupações.

Tal constatação pode ser observada na figura 3 na qual o aluno LS, além de representar algumas características particulares do planeta Saturno, incluiu em seu registro elementos de seu cotidiano - um avião, um carro e sua casa. Vale a pena esclarecer que os que o aeroporto de Congonhas, principal aeroporto da cidade de São Paulo, localiza-se perto da escola e das casas de grande parte dos alunos e que os aviões foram observados nos registros gráficos com certa frequência.

A figura 4 revela a introdução da própria aluna (BS) e da pesquisadora (LENA) no registro gráfico sobre o planeta Terra. Realmente, a introdução da própria criança bem como de pessoas próximas a ela foi um aspecto bastante observado nos trabalhos.

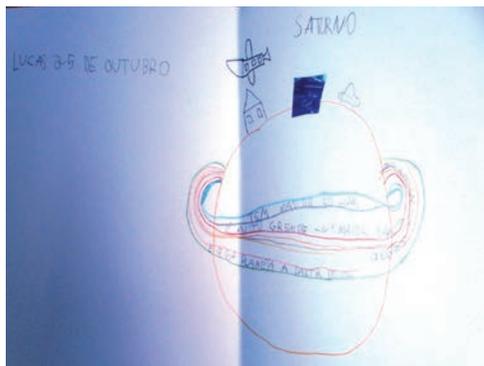


Figura 3. Registro de Saturno elaborado por LS com casa, carro e avião: Eu desenhei Saturno com os anéis e a minha casa.



Figura 4. Registro do Planeta Terra elaborado pela aluna BS: Tem a Lua, o Sol e a Terra. Também tem eu e você.

O caráter lúdico do ato de desenhar ficou bastante evidente tanto durante a elaboração dos registros gráficos, como dos desenhos livres. Foi possível perceber através dos gestos e sons que emitiam ao desenhar, assim como pela forma como muitas vezes se incluíam em nos registros, as incríveis aventuras que as crianças vivenciavam nesses momentos. A figura 5 ilustra as brincadeiras do aluno EF ao registrar graficamente suas impressões sobre o Sol. Durante a elaboração de seu trabalho, o aluno simulou com as mãos os trajetos dos foguetes representados através de desenhos, emitindo com a boca o som dos motores. Quando questionado pela pesquisadora sobre o significado de seu registro respondeu:

– Eu fiz o meu foguete e o da MS. Fiz também o sol.

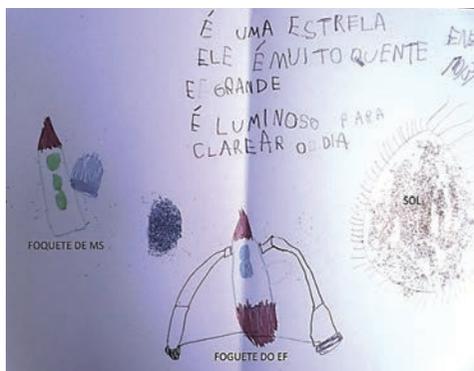


Figura 5 - Registro do Sol elaborado por EF. O foguete desenhado à esquerda é o de MS (FOGUETE DE MS) e o desenhado no centro é o de EF (FOGUETE DE EF). No canto esquerdo o aluno representou o sol (SOL).

Além dos registros gráficos, realizados durante o projeto, foram analisadas as brincadeiras dos recreios e horários livres. Nessas ocasiões, notou-se que as crianças reproduziram os temas estudados durante o projeto por meio da elaboração de desenhos coletivos (figura 6 e 7), das brincadeiras de faz de conta (figura 8 e 9) como também das brincadeiras de construção com os materiais semiestruturados (figura 10).

A construção de desenhos coletivos sobre o planeta Terra foi observada em diversas ocasiões. Nesses momentos, verificou-se que as crianças se organizaram para definir regras acerca da elaboração dos desenhos, combinando previamente os espaços, as cores e as características do planeta que cada um deveria representar.



Figura 6. Crianças desenhando coletivamente o planeta Terra na lousa durante o recreio



Figura 7. Crianças desenhando o planeta Terra na lousa da classe no horário livre

As brincadeiras de faz de conta envolvendo os temas estudados durante o projeto também foram comumente observadas. Nessas brincadeiras, ora as crianças se transformavam em astronautas (figura 8), ora em planetas, cometas e até mesmo em professores de ciências (figura 9).



Figura 8. BS e RC brincando que são “astronautas viajando num foguete”



Figura 9. Aluno RN brincando que é um “professor de ciências”

Notou-se também que, ao brincar, as crianças utilizaram espontaneamente os novos termos estudados no projeto. De fato, verificou-se um grande interesse das crianças pelas palavras novas e “difíceis”. O trecho transcrito a seguir se refere ao questionamento da pesquisadora sobre a brincadeira ilustrada na figura 10 e revela a aplicação espontânea do termo Monte Olimpo, nome do enorme vulcão do planeta Marte, durante a brincadeira no tanque de areia.

Pesquisadora: *Do que vocês estão brincando?*
 RR: *É um mega vulcão.*
 MM: *A gente demorou muito para fazer.*
 GC: *É o Monte Olimpo.*
 RR: *A lava sai por aqui* (e apontou a jarriinha plástica).



Figura 10 – Construção do vulcão Monte Olimpo (Marte) no tanque de areia durante o recreio

A análise dos registros gráficos e das brincadeiras de faz de conta revelou a importância dos focos de interesses das crianças no processo de ressignificação dos temas estudados. Sendo assim, observou-se que alguns alunos representaram de forma recorrente e sistemática os elementos de seu interesse. Esse foi o caso do aluno RN, no qual o buraco negro foi um elemento presente em muitos de seus registros gráficos (Mercúrio, Vênus, Terra, Urano, Planetas anões) e brincadeiras de faz de conta.

Outra situação que evidenciou a recombinação entre os elementos pertencentes aos focos de interesse dos alunos com os temas de estudo pode ser observada nos registros gráficos dos planetas inventados pelas crianças, que teve como objetivo de verificar suas hipóteses individuais sobre esse conceito. As figuras 11 e 12 ilustram a combinação entre o futebol e as características reais dos planetas. É importante esclarecer que, ao realizarem essa atividade, a Copa do Mundo havia terminado recentemente.

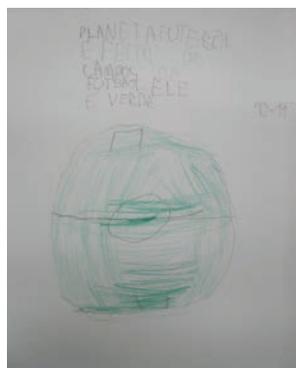


Figura 11. Planeta futebol: É feito de campo de futebol. Ele é verde (MM).

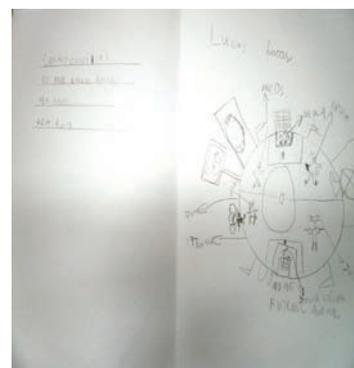


Figura 12. Planeta futebol animal. Só pode entrar animal. Tem água e anéis (LS).

DISCUSSÕES

A aplicação do projeto “Sistema Solar”, mediante uma perspectiva e interdisciplinar e sociocultural de educação, mostrou-se bastante adequada ao ensino de ciências para a faixa dos 5 a 6 anos de idade. De fato, essa proposta evidenciou aspectos acerca do modo como o conhecimento científico é construído pelas crianças dessa faixa etária bem como do papel da brincadeira e do professor nesse processo.

Os resultados obtidos apontam que as crianças constroem os significados relacionados à cultura científica através de combinações entre seus focos de interesse, preocupações ou elementos do seu cotidiano com as informações estudadas na sala de aula. Tais observações reforçam os pressupostos de Vygotsky (2003; 2009) sobre o processo de atribuição de significados segundo os quais as crianças misturam elementos da realidade próxima a elas com as experiências vivenciadas, imprimindo nos conceitos reelaborados as particularidades específicas do seu próprio pensamento.

É importante ressaltar que esse processo extrapolou as situações formais de ensino de ciências, estendendo-se aos diferentes contextos do cotidiano escolar, tais como recreios, horários livres e demais atividades da rotina do grau.

Desse modo, as brincadeiras se mostraram bastante relevantes na produção de novos significados, saberes e práticas, visto que permitiram a manifestação e reflexão dos conteúdos intuitivos mediante experiências no sentido defendido por Johnston (2005) e Vega (2006), propiciando um processo ativo de reinterpretação do mundo na aproximação com a cultura científica.

Considerando que a aproximação com a cultura científica ocorre na medida em que as crianças entram em contato com as formas como os cientistas constroem e comunicam o conhecimento científico (Capecchi, 2004; Carvalho, 2008; Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994; Capecchi & Carvalho, 2006; Lemke, 1998), a atribuição de significados sobre essas práticas requer sua recriação e ressignificação pelas crianças. Sob essa ótica, a experimentação e a vivência provenientes do brincar pareceram ser fatores cruciais na construção do conhecimento científico, uma vez que possibilitaram às crianças novas formas de reelaborar diferentes aspectos da cultura científica.

Além de criar oportunidades para a ressignificação dos aspectos da cultura científica, ao brincar a criança aprende a linguagem bem como aprende a utilizá-la de um modo combinatório, como instrumento do pensamento e da ação na construção dos conceitos (Bruner, 2007; Vygotsky, 2009). Sendo assim, a aplicação espontânea dos termos pertencentes à cultura científica pelas crianças durante as brincadeiras pode indicar o desenvolvimento dos conceitos referentes temas estudados durante o projeto.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nessa pesquisa colocam em evidência o papel central do professor na mediação do processo de construção do conhecimento científico, cabendo a ele a tarefa de organizar adequadamente o ambiente de aprendizagem dos temas relacionados a ciências naturais, de modo a favorecer a construção, a criação e a investigação ativa da criança sobre os temas relacionados a esta área do conhecimento.

Com base na ideia de que a ciência é parte de uma cultura singular, que engloba linguagem, valores, práticas, percepções, teorias, crenças e materiais próprios, cabe ao professor propor aos alunos atividades que favoreçam o compartilhamento dos aspectos dessa cultura e não a simples memorização dos conceitos.

Portanto, cabe ao professor reconhecer os interesses das crianças e considerá-los como ponto de partida para as atividades a serem desenvolvidas sob a forma de projetos interdisciplinares. Essas atividades devem ser planejadas de modo a conciliar os objetivos almejados para o ensino de ciências, mediante uma abordagem sociocultural de educação, à forma como os alunos dessa faixa etária constroem o conhecimento.

Com isso, torna-se imprescindível oferecer às crianças tanto situações formais capazes de favorecer a aproximação à cultura científica, como espaços lúdicos e de identidade por meio dos quais possam vivenciar experiências que possibilitem a construção e recriação dessa cultura, com vistas a ampliar a reflexão e busca de explicações sobre o mundo em que vivem.

BIBLIOGRAFIA

- Bogdan, R & Biklen, S. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Editora Porto, 2003.
- Bruner, J. *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid: Alianza Psicología, 2007.
- Capecchi M. C. M. *Aspectos da cultura científica em atividades de experimentação nas aulas de física (tese de doutorado)*, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2004.
- Capecchi, M. C. V. de M. & Carvalho, A. M. P. de. *Atividade de laboratório como instrumento para a abordagem de aspectos da cultura científica em sala de aula. Pro-posições*, v. 17, n. 1(49), 2006
- Carvalho, A. M. P. *Building up Explanations in Physics Teaching. International Journal of Science Education*, 26(2), 225-237, 2004.
- Carvalho, A. M. P. *Enseñar física y fomentar una enculturación científica. Didáctica de las ciencias experimentales*, (51), 66-75, 2007.
- Carvalho, A. M. P. *Enculturação científica: uma meta do ensino de ciências*, In: *Trajetórias e Processos de Ensinar e Aprender: práticas didáticas – XIV ENDIPE*, Porto Alegre, EPUCRGS, 115-135, 2008.
- Corsaro, W. A. *A Reprodução Interpretativa no Brincar ao Faz-de-conta das Crianças. Educação, Sociedade & Cultura*, n. 17, p. 113-134, 2002.

- Corsino, P. *As crianças de seis anos e as áreas do conhecimento*. In: *Ensino fundamental de nove anos: a inclusão da criança de seis anos de idade*. Brasília, p. 57-68, 2007.
- Deighton, K., Morrice, M. & Overton, D. *Vocabulary in four to eight year-old children in inner city schools. Journal of Emergent Science*, 1, 7-13, 2011.
- Derdyk, E. *Formas de pensar o desenho: desenvolvimento do grafismo infantil*. São Paulo: Scipione, 1989.
- Dewey, J. *My Pedagogic Creed - School Journal*, vol 54 (January 1897), 77-80. In: <https://dewey.pragmatism.org/creed.htm>, 2010.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. *Constructing scientific knowledge in the classroom. Educational Researcher*, 23(7), 5-12, 1994.
- Johnston, J. S. *Early Explorations In Science. Open University Press*. England, 2005.
- Johnston, J. S. *Play Pedagogies for Scientific Exploration. Proceedings of the IOSTE MiniSymposium, Reading - England, June, 2011.*
- Kishimoto, T. M. *Bruner e a brincadeira*. In: Kishimoto, T. M. (org.) *O brincar e suas teorias*, São Paulo: Ed. Pioneira., 2002.
- Lemke, J. L. *Teaching all the languages of science: words, symbols, images and actions*. In: *Conference on science education*. Barcelona, 1998.
- Moreira, A.A.A. *O espaço do desenho: a educação do educador*. São Paulo: Loyola, 2005.
- Sasseron, L. H & Carvalho, A. M. P. *Alfabetização científica desde as primeiras séries do ensino fundamental – em busca de indicadores para a viabilidade da proposta. Atas Eletrônica do XVIII SNEF*. Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luiz, 1-10, 2007.
- Vega, S. *Ciência 0-3: Laboratorios de ciencias en la escuela infantil. Colección Biblioteca de Infantil; serie didáctica / diseño y desarrollo curricular; serie didáctica de las ciencias experimentales*. Barcelona: Graó, 2006.
- Vygotsky, L.S. *La imaginación y el arte en la infancia: Ensayo psicológico*. Madrid: Akal, 2003.
- Vygotsky, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

Received 10-10- 2012/ Approved 29-04-2013

Conditioners of teaching practice: reports of a chemistry teacher in basic primary education in Brazil

Acondicionadores de la práctica docente: informes de una profesora de química en la educación primaria básica en Brasil

TAMIRIS DIVINA CLEMENTE URATA, HÉLDER ETERNO DA SILVEIRA

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
tamirisclemente@hotmail.com, helder@iqufu.ufu.br

Abstract

This paper presents results of an investigation about a chemistry teacher practice at a public school to ascertain which factors influence and condition their teaching practice and interfere in the teaching and learning process. A descriptive memorial and semi-structured autobiographical interview was used to collect data to identify teacher's initial concepts on teaching and current approaches as an education professional. We analyzed factors that influence the teaching practice such as the institution infrastructure, the chemistry content, resources and materials, the selection processes for admittance into higher education, and profession devaluation.

Key words: chemistry teacher, didactic-pedagogical practice, conditioners.

Resumen

Este trabajo presenta los resultados de una investigación sobre la práctica de la profesora de química en una escuela pública de la ciudad de Araguari-MG con el fin de determinar cuales son los factores que influyen y afectan a su práctica docente y que en repetidas ocasiones interfieren en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de la química. Se utilizó como instrumento de recolección de datos del carácter autobiográfico y semi-estructurado de memoria descriptiva, a través del cual nos proponemos identificar los conceptos de la formación del profesorado desde su formación inicial hasta su constitución como una profesional de la educación. Después de recoger datos, analizamos los factores que influyen en la práctica del profesor como: la infraestructura de la institución, el contenido químico, recursos

y materiales didácticos, los procesos de selección para el ingreso a la educación superior y la devaluación de la profesión, relevando que la práctica de la enseñanza se ve influenciada por varios de estos factores.

Palabras clave: profesor de química, práctica didáctico-pedagógica, factores.

INTRODUCTION

Chemistry teaching has long presented itself flawed and inconsistent, since most of the students who finish high school remember few things, which they studied in this course. As discussed by Trevisan and Martins (2006) "In the field of chemistry, historically, many students experience difficulties in learning. In most cases, they do not realize the significance or validity of what they study" (p. 2).

It is clear that chemistry teaching has not fulfilled its social function, which is, in accordance with Article 22 of the National Education Guidelines and Bases Law (LDB) 9.394/96, to constitute citizens capable of thinking and acting critically in their society, analyzing and understanding the world through chemistry parlance, thus thoughtfully and critically acting to the changes caused in the modern world. According to Chassot (1990) "Chemistry is also a language. Thus, chemistry teaching should be a reading facilitator of the world. Teaching chemistry, then, allow citizens to interact better with the world" (p. 30).

However, the chemical content taught in high school has presented unbounded from the students daily life, with the sole purpose of students

admittance in higher education institutions. This didactic pedagogical practice favors just a minority of society, since few students who finish primary school enroll in a university as discussed by Cachapuz et al., (Zanon, 2008).

In this sense, the teaching practice is of a fundamental importance to the discipline teaching and learning process to happen in a meaningful way, because it is the teacher who has the function of demystifying chemistry to the students and present it in its multiple forms in our everyday life. In agreement with Chassot (1993) "We must always in a sustained way, demystify chemistry, which appears linked to all stages of life, and find alternatives to a wider dissemination of this and its social importance in today's world" (p. 50).

In order to the teacher demystify this science and establish the necessary relations of chemistry in our daily lives, s/he must master the chemical content, must have didactic and pedagogical knowledge, as approached by Shulman (1987), besides of being aware of their practice importance to the students formation as citizens. For this it is necessary for the teacher to have an initial and continuing training, which enables actions and critical reflections of their teaching practice, as discussed by Schön (1990). As pointed out by the Secondary education curriculum guidelines (Brazil, 2006) "The need for the teacher to think independently, to arrange their knowledge and to be able to conduct their work has much to do with the training s/he has and with the pedagogical stance s/he adopts, since s/he is the main agent of his/her own pedagogical practice" (p. 46).

In this sense, according to Astolfi and Devalay (1995) "The teaching profession is firstly and foremost a profession of decision making in complex systems where many variables which the teacher is part interact" (p. 122).

However, sometimes the education professionals' awareness and skills, established in their initial formation, did not materialize at work in the classroom because of many factors extraneous to the teacher, but that somehow influence his/her practice. These influences on the teaching activity can be a limiting factor of the chemistry teaching social function, reducing it to an education with focus on the content transmission and memorization. Concerning this, Trevisan and Martins (2006) argue that the chemistry teachers' practices "mostly prioritize the reproduction of knowledge, copying, memorizing, emphasizing the dichotomy between theory and practice present in teaching" (p. 2). Recently, teaching practice has been the focus of researches, which questioned why, in the pedagogical practices of teachers and in the school organizations, other theories are practiced which are not necessarily those produced by recent investigations in education sciences (Becker, 1995).

Thus, in order to understand the methodologies and teaching strategies that are used in chemistry teaching, our objective was to ascertain which are the factors that influence and constrain the teaching practice through the concepts of a chemistry teacher at a public school in the city of Araguari-MG. We used a semi-structured interview and a descriptive memorial, by which she told us how are her actions in the classroom, as well as factors that discourage a practice concerned with students' meaningful learning.

The interviewed teacher has eighteen years of occupation, however, since just seven acts as a licensee in chemistry - about the time of operation, Huberman (1995) and Gonçalves (1995) reveal that teachers have different characteristics, especially in relation to the interest in his/her occupation, according to the step in which it is. Flores (2004) discusses the fact that more experienced teachers have characteristics such as individualism, lack of motivation and commitment and resistance to excessive bureaucracy existing in education - Cleide after her undergraduate education was approved in a public examination for effective teachers of state schools and has since worked in the reference¹ state school in the city of Araguari-MG. In order to preserve the identity of the research subject, we assigned a fictitious name to the participating teacher in this research.

METHODOLOGY

The data collection for this research was conducted in the first half of 2011 and the methodological tools used were semi-structured autobiographical-oriented interview and documentary analysis with emphasis on the memorial.

At first it was explained to the teacher the purpose of this investigation and requested to her to discourse freely about her professional life, addressing the admittance into the undergraduate education course in chemistry, her formation, her incorporation as an education professional and on her current performance, thus making the descriptive memorial.

The use of this instrument aims to identify the concepts, images and beliefs that educators carry from their experiences throughout professional life and to verify teaching practice influence. The analysis of this memorial has also provided a re-elaboration of the interview guide in order to fill the gaps left unanswered and/or raised questions.

The interviews were of a semi-structured kind, i.e., a script was prepared and used as a guide and had an autobiographical character, because it retakes the teacher's life story in relation to her formation process and the beginning of teaching until her incorporation as a professional.

This research is characterized as a qualitative research case study. According to Pizzo (2004) qualitative research seek to understand the meanings that educational everyday events have for those who participate in it and are characterized by following a more comprehensive and interpretative point of view of the facts. According to Ludke and Andre (1986), the qualitative research approach encompasses obtaining discussed data for analysis by the interaction between the researcher and the study context, emphasizing more the process than the results and it is concerned to portray the interviewees' perspectives.

The case study comes as a research methodology in the 1960s and 1970s, and according to André (2005a), it is chosen when there is interest in knowing what is happening in a specific situation, it seeks to know, in depth, the particular "p. 24). It is a study of the particularity and complexity of a single case, which allows us to know and focus on the process and is characterized by the type of knowledge that is obtained not only by the specific method.

Therefore, this study is characterized by the search for a particular case, the factors that influence and constrain the didactical and pedagogical practices of a chemistry teacher from the public state education, and by a qualitative character, because it interests more for us the process than the final results.

A teacher, a practice: perspectives of teaching activity

A good teaching practice can provide a more meaningful teaching and learning relation, since, according to Almeida, Santos and Silva (2010). "A good teacher is not the one who teaches many things, but the one whose teaching takes place effectively in learning. It is the "teacher's know-how" whose practice is able to bring the knowledge of the library science textbooks into the student's everyday life" (p. 2). According to Kagan (1992), teachers bring with them a clear picture of what a good teacher and a good teaching practice are, which are related to their own experiences as students.

In this sense, it is important to worry about the practice of chemistry teachers in high school, because it is from these practices that it may or may not occur the discipline demystification, the students' pleasure and interest for chemistry. In order to the teaching actions provide the student learning, this professional should have an initial and sustained training that provides actions and reflections of his/her own practice for an improvement and continuous learning (Schön, 1990). According to Houssaye (1995), "The specificity of pedagogical formation, both the initial and the continuous ones, is not to reflect on what *has to be done* or what *must be done*, but on what *was done*" (p.28).

Considering the importance of reflective teaching practice, we analyzed in this study the factors that can influence and constrain the teaching practice. We will discuss the initial and sustained formation, chemistry as an abstract and complex content, the institution structural conditions, the resources and materials used, the focus on the selection processes for admittance into higher education institutions and the teacher financial and social devaluation, because as discussed by Evangelista and Chaves (2010), "There are chemistry educators who claim not to use or use sometimes, the strategies they consider most appropriate, the same ones claim as a reason the lack of resources, adequate space and also difficulties related to lack of student interest" (p. 4).

In this sense, the initial formation of future teachers is a relevant factor for the undergraduates to have knowledge about the social function of teaching chemistry and to learn innovative teaching methods and strategies to address the contents in different ways, in order to attract the students' attention, thus providing a meaningful learning. According to the National Network of Basic Education Teachers' Continued Formation guidelines, it is essential to think teacher training (initial and sustained) as moments of a continuous process of building a qualified teaching practice and of a teacher identity affirmation (Brazil, 2005).

However, the learning-how-to-do in theory, learned during undergraduate education is often different from what we may put into practice in our daily actions, because in a real classroom situation, several factors must be taken into account. According to the interviewed teacher:

Teacher Cleide: *What is flawed in the undergraduate courses is that theoretical discourse is inconsistent with the practice [...] One thing is talking: "do so, that's how it works", but in practice as I was teaching I knew too much that did not work [...] Many things are very clever on paper but in practice...*

1 Reference schools: This is the ideal excellence public school that feeds the-Minas Gerais state network reference schools project, which aims to make each school, which has already approached or which is closer to this ideal, an irradiation point of change in education system.

From this report, we consider that there is a certain gap between the theory learned in the undergraduate education course in which teacher Cleide graduated and the practice in the classroom. Regarding Piconez (1991), Pimenta (1994) and Leite (1995), they have presented studies concerning formation courses which demonstrate that, when developing a formal curriculum with internship content and activities, away from school realities, it has contributed little to the formation of well-trained professionals for developing teaching methodologies and strategies consistent with recent studies in the field of science education.

Regarding this, we notice that the initial formation of future teachers is important to present them with new methodologies and teaching strategies, however, the fact that future teachers know different ways of teaching does not guarantee that they will act according to the needs of education because, as teacher Cleide told us, the theoretical discourse is quite different from the practice at classroom and sometimes formation courses only present the theory unbound from practice, as revealed by Pimenta (1997). Such initial formation programs have proved to inefficiently modify teaching practice and, consequently, the situations of school failure, for not taking school pedagogical practice in their contexts.

The new educational trends are focused on contextualization and interdisciplinary education as discussed by França (2005) and Silva and Marcondes (2007), the development of practices that address the chemical concepts in social issues, investigative experimentation as discussed by Gil Pérez and Valdés Castro (1996), among others which are teaching strategies that opposes to the traditional methodologies that focus on reproduction, transmission and storage concepts. However, at formation courses, often we are presented with new theories and teaching methods but it is not shown us how to do, how to adapt these new teaching strategies in our educational reality, and perhaps for this reason, teacher Cleide demonstrates this anguish regarding her initial formation, because she could not discern how to put into practice the concepts learned during her studies.

Another factor that we considered in this investigation are the chemical contents taught in high school that, in most cases, are abstract and complex and a bad approach of these contents in classroom can just cause the loss of interest in the students and the idea that chemistry is difficult, a concept that many students already bring with them even before studying it. Thus, some strategies that may help the teacher work when teaching abstract concepts are the representations and analogies, which may facilitate concepts understanding by the students. In this sense teacher Cleide reveals:

Teacher Cleide: *I seeking alternatives to explain the content in a speech closer to the students one, with things that makes sense for them [...] I make analogies, I try to avoid jargon, I use examples that... well... do not have to do with chemistry ... that is analogy.*

However, teachers for not developing alternative conceptions in students should use analogies carefully, as discussed by Mortimer (1996), about the chemical concepts, and as the teacher Cleide reveals says:

Teacher Cleide: *I play the easy speech, give the correct terms, and there ... my trouble is that, from time to time they write some parlance I say down in the test, and I still warn them: "Do not write like this in a test, this is just to your understanding, you will glance and understand that it is this way", but there we go, they write like that in the test.*

In the teacher discourse we can notice that students remember more of analogies used than of chemical concepts, a fact that impairs the student learning who cannot make the relationship between the analogy and the scientific concept, turning scientific knowledge undermined by the poor understanding of concepts. About analogies, Francisco Junior (2009) states, "There is no doubt about the importance and the use of analogies in the course of human development. Analogies can configure a comparison between two events: one that seeks to explain and therefore, it is an unknown one and the already known one which will serve as a reference" (p. 122).

Many figures found for representing chemistry and the analogies made by teachers are more attractive and facilitate the understanding of scientific concepts that are sometimes abstract, so when we work with analogies and representations, we need to pay attention not to form alternative conceptions in students which take them more away from scientific knowledge. As discussed by Silveira, Leite and Dias (2006) "Atoms, molecules and chemical bonds figures and representations may contribute in the learning of chemistry knowledge, only if they are not debased with bad analogies or with representation distancing with scientific models" (p. 73). And as it was revealed in teacher Cleide's report, there is this gap between the scientific concepts and analogies made during the classes, which can occur due to a poor management of these.

In addition to the analogies and representations, another way that teachers have for trying to facilitate their practices is working in the contents

contextualization, using the STS (Science, Technology and Society) approaches as discussed by Pierson et al. (2007) and Santos and Mortimer (2002). It is a way to attract students' attention to the chemical concepts that are present in their daily lives. In order to develop and teach contextualized classes the teacher must have chemical and pedagogical knowledge. As discussed by Shulman (1987), the content knowledge is essential for the teacher in order to manage his/her work in the classroom. According to the same author, this is a basic condition, but insufficient for teaching practice. The teacher must also have didactic and pedagogical knowledge in order to turn chemistry content into educational content, using teaching strategies. The joining of this type of knowledge became known by Shulman as content pedagogical knowledge.

Santos and Schnetzler (1996) discuss the proposal for a teaching practice that works the chemical concepts from social chemical themes, in which by using a theme it is possible to develop various chemical contents. Regarding this, Almeida, Santos and Silva (2010) say, "Submitting the student to stimulating situations, in order to awaken the interest in learning the discipline, as well as linking these situations to daily life, so that students realize the validity and applicability of chemistry concepts, are strategies that are part of the teacher 'know-how'" (p. 5).

About the teaching contextualization aspect, the teacher told us that she tries to work getting the content closer to the students' daily life, citing examples and applications of chemistry in our everyday life, however, in agreement with Zanon (2008) "little or nothing would suffice to know the chemical additive name contained in a snack packaging or its molecular formula, without understanding any meaning of its presence there, without giving any sense in that experiential situation context" (p. 257). Thus we see that the mere citation of examples is not enough to say that the class is indeed contextualized, because chemistry applications are often not presented to students in a meaningful way, so they do not attribute any sense.

The institution educational materials are also very important for teaching practice, because we now know that many teachers use textbooks as methodological guides, as discussed by Silveira, Leite and Dias (2006), without checking whether the content of these is suitable, if there are conceptual misconceptions, epistemological obstacles, experiments, among others. When I asked teacher Cleide about the textbook adopted in her institution, she said:

Teacher Cleide: *I do not use the recommended book, I don't even open it [...] The book doesn't have a relationship with everyday life, it's just content, and yet there are some missing [...] organic chemistry there is shallow. The first year contents are cool, the section about mixture separation, is... you know... cool, I remember using it. There are some exercises too [...].*

And when asked about how textbooks are chosen, the teacher laughed and said that it is by consensus. The publishers send their books to the school, teachers from the same area of knowledge gather, take a look and the book with most votes are adopted by the institution. When questioned about specific criteria for the choice, as discussed by Loguercio, Samrslra and Pino (2001), the teacher was unable to point the specific criteria for the choice, and just reaffirmed that it was chosen by consensus.

Teaching resources such as overhead projector and video projector, when used properly, can help teaching practice to elucidate some chemistry abstract concepts and contents. Another way of illustration in chemistry teaching is the use of experimentation, which puts students in front of the practical events of a given theory. When worked in an integrated manner (experimentation, contextualization and theory), chemistry can get closer to student reality, making the content more interesting and learning more meaningful. When teacher Cleide was questioned about what resources she would like to have at her institution for getting her actions better in her teaching practice, she told us:

Teacher Cleide: *It lacks ... we could work with a video projector, but there where I am there is no chance, because there isn't even a room, but I think it could have... I mean... a video lesson, because being alone there, just explaining in front of the blackboard, it's complicated. The matter is not just giving lessons using a video projector; it would be, in fact, bringing a video, seeking it to be an introduction to the subject.*

And when questioned about the reason she thinks that at school in which she works there is no chance of working with the video projector, she revealed:

Teacher Cleide: *You must bring and assemble it, it is a big mess... you know that thing you have to assemble and disassemble? It seems that it never works when you need, I've already given up.*

The teacher account leads us to questions about the school infrastructure, as discussed by Pierson et al. (2007). This author argues that if the school is the place to prepare students to be active and critical in their society, it is necessary it to reorganize itself in order to provide a suitable environment for such learning. However, we observe by the teacher account, in terms of infrastructure and teaching resources, that the institution is weak, leading to

a discouragement of the differentiated teaching practice as it was revealed in the Cleide's report, who confesses that has already given up to use them, even though she knows that it would be an important strategy for chemistry classes to become more attractive and interesting to students.

The school where this teacher works has a science lab, a space that not all basic education schools have, with mainly glassware and reagents required for the experimental classes execution. The practices carried out in high school are generally simple and can be made with alternative materials and reagents, but for this, it is necessary that the teacher becomes interested and able to perform this kind of experiment. In this sense, teacher Cleide reports about her institution lab when asked about it:

Teacher Cleide: *There is a laboratory, but we cannot use. The lab in school is a biology one. So when I have to do experiments, I do it in the classroom, practical demonstration. If there was a lab (available) I would be one of the first ones to use it, but there isn't.*

The teacher performs demonstrative experiments in the classroom by the lack of availability of a laboratory, which, according to the teacher, is used by sciences and biology teachers four days a week. Cleide reveals that the laboratory has a sufficient number of glassware and reagents for the implementation of good experimental classes, but in order not to be dependent on the availability of a lab, she conducts demonstrative practices in the classroom. For this and other reasons, the school infrastructure is one factor that influences teaching practice as it can be seen in the teacher report:

Teacher Cleide: *God has helped me a lot, I've burned a lot of school board this way. You're warming up, I improvise, I bring the lamp, I do distillation in the classroom. Worried about letting nothing to catch on fire, I've already dropped the lamp. There is a desk in a room that has a hole on it.*

The fact that the teacher brings the apparatus into the classroom and sometimes take risks and endanger the students' physical safety, can be a discouraging factor to the practical activities carried out by the teacher and, therefore, an inadequate infrastructure of the educational institution influences and conditions the teaching practice. As reported by teacher:

Teacher Cleide: *I used to do a lot of experiments, today I'm not like that anymore ... I'm discouraged, like... you know... without ... You know, we lost... we do it a lot of times, and nothing is credited, you wanna teach in a way and another person who teaches badly, it is the same thing.*

The above excerpt makes us realize that the teacher presents herself as discouraged about the practice of experiments; she also reveals that the experimental classes are important for teaching chemistry, but the difficulties imposed by the institution infrastructure and the non-recognition by differentiated practice led her to give up these experimental classes.

Lesard and Tardif (2007) bring in discussions about the teacher discouragement throughout his career and, as Martinez, Valles and Kohen (1997) reveals, "No one wants to recognize on them something is lived daily at their jobs: insecurity, ambivalence, exhaustion, high conflict by multiple demands, uncertainty about job permanence, devaluation." (p.120).

Another factor, which was also analyzed in this research were the selection processes for admittance into higher education institutions, which can lead teachers to content-oriented practices, focusing on knowledge transfer and retention. Regarding this fact, Cleide said that she is a content-oriented teacher; Domingues, Toschi and Oliveira (2000) reveal that excessive concern about the amount of content to be taught can be understood due to the existence of a culture of knowledge transfer pertaining the traditional school. Cleide tells us that she is concerned about the admittance of her students at the university by admission exams processes, because, this is the "market law" and her students need to begin studying in higher education institutions. However, it seems that she forgets that just a small portion of high school students begins studying in a university. Corroborating Cachapuz et al. (2000 apud Zanon, 2008), the function of chemistry teaching, solely associated with the students' preparation for selection processes, must be overcome including the students social and personal development.

In order to the teaching of chemistry fulfill its social function, for teachers who have graduated long ago, it would be interesting to participate in sustained education courses in order to remember basic education principles, and to modify their practice, noting that high school is a process with its own purpose, and not a preparatory for higher education, thus regarding also students who do not enroll in a university. About sustained education courses, Cleide tells us:

Teacher Cleide: *There were a lot, one time I went to Belo Horizonte in 2004-2005 I do not remember exactly, there at the Federal University of Minas Gerais (UFMG,) I studied for one month in a course. There are some things that have no value, but you can always learn something, it is always good, back then there were a lot of "recycling", the staff did not like so much,*

then it turned to the sustained formation, there was even one at the Federal University of Uberlândia (UFU).

The excerpt makes us think that, besides teacher Cleide, before the teachers used to participate more regularly in continuing education courses, and she tells us that today this practice does not happen often. In a way, this may undermine teaching practice because it is through these courses that teachers can learn about new methodologies and different ways of seeing and working teaching. According to Bernardo (2003), sustained education is associated to the process of improving teaching practices developed by teachers in their work routine and in their daily school profession.

Other factors also contribute to this profession discouragement, such as teaching financial and social devaluation. According to Oliveira (2006) "Proletarized", they became lost in the magnitude of self-esteem, many are ashamed to declare their profession or talk about their job. They flee from the ideal of success achievement, demanded by modernity " (p.12). Besides these factors, teachers are often judged as guilty by the poor quality of education, but the questioning of Santos (2002) leads us to think "How to implement the National Curriculum Parameters (PCN) if teachers have to solve social problems, leaving little time for educational content provided on that proposal? Also, how to form an education super professional, able to handle such complex problems, if the teaching career is so unattractive in terms of salary and as a profession" (p. 365).

For these and other factors, each year, many teachers feel discouraged and some even give up their jobs. However, many teachers have a linking for this job, and I believe that the act of teaching is sublime and requires from the professional sensitivity and patience. The teacher satisfaction when students learn and enjoy chemistry is what leads many teachers to overcome obstacles and continue on the profession.

CONCLUSIONS

By analyzing the data obtained in this investigation it was possible to realize that many factors influence teaching practice. Among them, it draws our attention that school infrastructure, since the lack of availability of a sciences laboratory and a space to use the video projector led teacher Cleide to work in a limited way, making only demonstrative experiments in classroom and no longer using the video projector, factors that interfere in students' learning and interest in chemistry.

In addition to infrastructure, such factors as the selection processes also influence the teaching practice, since the teacher is concerned to teach the entire selection process syllabus to the detriment of how to work this content. The teacher is aware of the differences between traditional teaching and differentiated instruction, be it with contextualized classes with experimental activities, when possible using resources such as video projector to provide students with a content that is meaningful and that is present in their daily lives, but not always there is a practice that is consistent with her views due to external factors such as infrastructure, the selection processes and the discouraging in relation to her practices.

It is therefore important to know which are the factors that influence teaching practice, so to try to circumvent them, because as we can notice, teachers are conditioned by several variables, often without being aware of this fact, and end up discouraging and hindering the students' development, understanding chemistry as a difficult subject, abstract and distant from their reality. Therefore, through the knowledge of the teaching limiting factors, the teachers using their knowledge, and being interested and willing to work properly the chemical content can make their pedagogical action to become a meaningful learning for their students.

BIBLIOGRAPHY

- Almeida, A. R. S.; Santos, F. P. L.; Silva, J. S.; O ensino e aprendizagem de química na percepção dos estudantes do ensino médio. Bahia. p. 1-6. 2010.
- André, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. Estudo de caso em Pesquisa e Avaliação Educacional. Brasília: Líber Livro Editora, 2005a. 68 p. (Série Pesquisa, v.13).
- Astolfi, J.-P.; Develay, M. *A didática das ciências*. Campinas: Papirus, 1990. 132 p.
- Becker, Fernando. *Epistemologia do professor*. São Paulo: Cortez, 1995.
- Brasil. LDB. Lei Nº 9394, de 23 de dezembro de 1996. *Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]*, Brasília, 1996.
- Brasil. MEC/SEB/DEP/COPFOR. *Rede Nacional de Formação Continuada de Professores de Educação Básica: orientações gerais*. 2005. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livrodarede.pdf>> (Acesso em: 30 junho 2011).
- Brasil. Secretaria da Educação Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências Humanas e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2006.
- Bernardo, E. S. Um olhar sobre a formação continuada de professores em escolas organizadas no regime de ensino de ciclo(s). Rio de Janeiro. 2003.

- Chassot, A. I. A Educação no Ensino de Química. Ijuí, UNIJUÍ. 1990. 117 p.
- Chassot, A. I. Catalisando Transformações na Educação. UNIJUI, 1993. 178 p.
- Domingues, J. J.; Toschi, N. S.; Oliveira, J. F. A reforma do Ensino Médio: A nova formulação curricular e a realidade da escola pública. Educação & Sociedade. Ano XXI, n. 70, p. 63-79, abril 2000.
- Evangelista, Y. S. P.; Chaves, E. V. Ensino de Química: Metodologias utilizadas e abordagem de temas transversais. Manaus. 2010. p. 1-8.
- Flores, M. A. Os professores em início de carreira e o seu processo de mudança: influências e percursos. Revista de Educação. v. XII, n. 2, 2004, p. 107-118.
- França, A. A. A contextualização no ensino de química: visão dos professores da cidade de Sete Lagoas/MG. Faculdade de Educação UFMG. Belo Horizonte, 2005.
- Francisco Junior, W. E. Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio 2007. Ciências e Cognição. V. 14, p. 121-143. Março de 2009.
- Gil Pérez, D.; Valdés Castro, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. Enseñanza de las Ciencias. V. 14 (2), p. 155-163. Enero de 1996.
- Gonçalves, J. A. M. A carreira das professora do ensino primário. In: Nóvoa, A. (Org.). Vida de professores. 2. ed. Porto: Porto Editora, 1995. p. 141-169.
- Houssaye, J. Une illusion pedagogique? Cahiers Pédagogiques, Paris, n. 334, p. 28-31, 1995.
- Huberman, M. O ciclo de vida profissional dos professores. In: Nóvoa, A. (Org.). Vida de professores. 2. ed. Porto: Porto Editora, 1995. p. 31-78.
- Kagan, D. M. Professional Growth among Preservice and Beginning Teachers. Review of Educational Research. v. 62, n. 2. P. 129-169. 1992.
- Leite, Yoshie U. F. A formação de professores em nível de 2. grau e a melhoria do ensino da escola pública. Campinas, 1995. Tese (Doutorado) - UNICAMP.
- Loguerio, R. De Q.; Samrsl, V. E. E.; Pino, J. C. D. A dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de química. Química Nova, v. 24, n. 4, p. 557-562, 2001.
- Ludke, M.; André, M. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.
- Martínez, Deolídia, Valles, Íris & Kohen, Jorge. Salud y trabajo docente - Tramas Del malestar em la escuela. Buenos Aires: Kapelusz, 1997.
- Mortimer, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? Investigações em ensino de ciências. v. 1, p. 20-39, 1996.
- Oliveira, E. S. G. O "mal-estar docente" como fenômeno da modernidade: os professores no país das maravilhas. Ciência e Cognição. Rio de Janeiro. V. 07, p. 27-41. Março de 2006.
- Piconex, S. (Coord.). A prática de ensino e o estágio supervisionado. Campinas: Papirus, 1991.
- Pierson, A. H. C.; Kasseboehmer, A. C.; Diniz, A. A.; Freitas, D. Abordagem CTS na perspectiva de licenciados em química. Ciência & Ensino. v. 1. n. especial. p. 1-10. Novembro de 2007.
- Pimenta, S. G. O estágio na formação de professores-unidade teoria e prática? São Paulo: Cortez, 1994.
- Pimenta, S. G. Formação de professores - saberes da docência e identidade do professor. Nuances. Vol. III, p. 5-14. Setembro de 1997.
- Pizzo, Silvia Vilhena. O início da docência e a trajetória profissional segundo a visão de professores em final de carreira. 2004. 114 p. Dissertação (Mestrado em Educação), Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- Santos, L. L. C. P. Políticas públicas para o ensino fundamental: parâmetros curriculares nacionais e sistema nacional de avaliação (SAEB). Ver. Educ. & Soc., Campinas, v. 23, n. 80, p. 346-367. Setembro de 2002.
- Santos, W. L. P.; Schnetzler, R. P. Função Social - O que significa ensino de química para formar o cidadão? Química Nova na Escola, No. 4, 28-33, 1996.
- Santos, W. L. P.; Schnetzler, R. P.; Mortimer, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio, v. 2, nº 2, p. 1-23, dezembro 2002.
- Schon, Donald. Educating the reflective practitioner. San Francisco: Jossey-Bass, 1990.
- Shulman, L. Knowledge and Teaching: Foundations of the new reform. Harvard Education Review, v. 57, n. 1, fev. 1987. p. 1-22.
- Silva, E. L. da; Marcondes, M. E. R. Contextualização no Ensino de Química: idéias e proposições de um grupo de professores. Dissertação de Mestrado. São Paulo 2007.
- Silveira, H. E.; Leite, V. M.; Dias, S. S. Obstáculos epistemológicos em livros didáticos: um estudo das imagens de átomos. Revista Virtual Candombá, v. 3, p. 1-8, 2006.
- Tardif, M.; Lesard, C. O trabalho docente. Elementos para uma teoria da docência. Petrópolis: Vozes, 2007.
- Trevisan, T. S.; Martins, P. L. O.; A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. UNirevista, Paraná, v. 1, nº 2, p. 1-12, abril 2006.
- Zanon, L. Tendências Curriculares no Ensino de Ciências/Química. In: Rosa, M. I. P.; ROSSI, A. V. (Org.). Educação química no Brasil: Memórias, políticas e tendências. Campinas: Editora Átomo, 2008. P. 236-262.

Received 05-06- 2012/ Approved 29-04-2013

Uma abordagem experimental problematizadora para o ensino da combustão An experimental problematizing approach to combustion teaching

ELTON LUIZ DE BARROS ARSIE¹, CAROLINE MORATO FABRICIO², ORLINEY MACIEL GUIMARÃES²

¹Colégio Estadual Conselheiro Quielse Crisóstomo da Silva, ²Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil
eltonarsie@gmail.com, moratus@bol.com.br, orliney@ufpr.br

Resumo

Neste artigo é discutida a implementação de uma abordagem experimental baseada na problematização do conhecimento para o ensino da combustão, utilizando os três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, embasados na perspectiva de educação de Paulo Freire. A proposta foi realizada em uma escola pública situada na região metropolitana de Curitiba-PR e o experimento consistiu na queima de quatro tipos de combustíveis. A partir da análise da variação da temperatura, cor da chama e quantidade de fuligem foi discutida a escolha mais consciente do combustível. Constatamos que a experimentação problematizadora permitiu despertar nos alunos o espírito crítico, a curiosidade, a não aceitação do conhecimento simplesmente transferido e que a explicação de um fenômeno é válida, a partir do momento em que o mesmo seja pessoalmente significativo para o aluno.

Palavras-chave: experimentação problematizadora, combustão, ensino médio.

Abstract

This article discusses the implementation of an experimental approach based on the questioning of knowledge about teaching combustion. We used the three pedagogical moments: initial questioning, organizing knowledge and application of knowledge, based on Paulo Freire perspective of education. The study was implemented in a public

school located in the metropolitan area of Curitiba-PR and the experiment consisted of burning four types of fuels. From the analysis of the variation of temperature, flame color and quantity of soot, it was possible to discuss a more conscious choice of fuel. We found that the trial enabled us to awake in the students critical thinking and curiosity. Not merely accepting knowledge and explanation of a phenomenon provided is valid. This occurs from the moment that the subject personally meaningful to the student.

Key words: problematizing experimental, combustion, high school.

INTRODUÇÃO

O uso da experimentação no ensino de ciências tem sido uma temática bastante recorrente nas pesquisas na área de ensino de ciências nas últimas décadas, com o objetivo de proporcionar reflexões acerca das suas potencialidades pedagógicas para a sala de aula (Cheung, 2011; Laburú, 2006; Montes e Rockley, 2002; Giordan, 1999). Sua utilização tem sido defendida no sentido de auxiliar na construção do conhecimento científico através de processos que envolvam questionamentos, discussão, diálogo e construção do conhecimento (Hicks e Bevsek, 2011; Galiuzzi e Gonçalves, 2004, Lawson *et al.*, 2000).

Nesta perspectiva, a experimentação deve corresponder a uma ação de ensino, que extrapola a comprovação de teorias (Jalil, 2006) ou se limite a um roteiro do tipo "receita de bolo" (Hicks e Bevsek, 2011; Mohrig, 2004),

mas que permita a vivência dos alunos, envolvendo-os e induzindo-os à reflexão, à valorização dos saberes prévios, à articulação entre o conhecimento científico, o contexto e problemáticas de vida dos mesmos (Markóczy-Revák, 2003). Além disso, a experimentação deve permitir a participação dos alunos na medida em que os coloca para o debate, ao confronto e trocas de ideias (Angulo-Delgado, 2003).

Vários trabalhos na literatura (Carrascosa, J. *et al.*, 2006; Galiazzi e Gonçalves, 2004) têm criticado o modo como a experimentação no ensino fundamental e médio vem sendo conduzida por contribuir muito pouco com a aprendizagem de Ciências. Por este motivo, várias propostas de abordagens têm sido feitas ao longo dos anos por vários autores, com o objetivo de tornar a aprendizagem significativa aos alunos do Ensino Fundamental e Médio (Hugerat *et al.*, 2003).

Uma destas abordagens é a experimentação problematizadora proposta por Francisco JR. e colaboradores (2008), baseada na perspectiva de educação de Paulo Freire, na qual “a educação deve ser concebida como um processo incessante, inquieto e, sobretudo permanente de busca ao conhecimento” (Francisco JR *et al.*, 2008, p. 35).

Para facilitar a transposição das ideias de Freire, que são baseadas na educação informal, para a atividade de sala de aula, Delizoicov (1983; 2005) propõe três momentos pedagógicos para aprendizagem, os quais consistem em: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Na experimentação problematizadora, o primeiro momento pedagógico consiste em lançar aos alunos alguns questionamentos que devem partir de situações reais conhecidas e, preferencialmente, vivenciadas pelos alunos. Os alunos devem expor o que pensam sobre as situações, sem limitações, para identificar o que eles pensam sobre as situações propostas. Como estratégia o professor pode apresentar uma imagem, um filme, notícias de jornal, um texto, entre outros, que represente uma contradição social relacionada ao tema e que deve ser uma situação conhecida pelos alunos ou que eles se reconheçam.

O ponto culminante dessa problematização é fazer com que os alunos sintam a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não possuem, ou seja, procura-se configurar a discussão como um problema que precisa ser enfrentado.

Na organização do conhecimento, segundo Francisco JR e colaboradores (2008), o professor deve trabalhar os conhecimentos/conteúdos necessários para a compreensão e resolução do problema inicial, os quais são sistematicamente estudados sob a orientação do professor. Podem ser utilizadas diferentes atividades didáticas para compreensão dos conceitos necessários para entender e resolver a problemática apresentada, como a realização de um experimento para auxiliar na compreensão do problema. No entanto, nada impede que a experimentação possa ser realizada em qualquer um dos momentos pedagógicos ou até mesmo nos três.

Segundo Delizoicov (2005), se o experimento for realizado na problematização inicial, o mesmo deve ser apresentado anteriormente a qualquer discussão teórica, deve ser realizado pelos próprios estudantes e os mesmos devem fazer seus registros escritos de forma sistemática através de um bom roteiro ou ficha de observação. Tal ficha deve conter materiais, procedimentos, instruções, além de questões para que os alunos reflitam sobre os resultados e consigam encontrar explicações para os resultados obtidos. Para isso é fundamental o registro crítico e sistemático dos fenômenos.

Na medida em que os alunos observam e tentam explicar os fenômenos estão fazendo uma leitura destes e neste sentido, “o papel do professor não é fornecer explicações prontas, mas problematizar com os alunos suas observações, ou seja, fazer a leitura do experimento.” (Francisco JR *et al.*, 2008, p. 36).

A fala aparece como outro componente essencial à aprendizagem, pois os estudantes devem falar do fenômeno de maneira tal que a compreensão seja mais crítica.

A atividade experimental deve ser baseada não somente na observação, mas também na teoria, reflexões do indivíduo, questões sociais e culturais com objetivo de ilustrar o desenvolvimento pessoal do aluno mediante a problematização das observações experimentais e o diálogo.

Neste sentido, o conhecimento científico é problematizado com os estudantes a partir de seus próprios registros escritos. O que é feito mediante questões ou o professor pode anotar no quadro algumas hipóteses levantadas pelos estudantes, indagando-as sobre a validade das mesmas, discutindo-as de forma que o aluno reconheça qual a mais plausível para explicação do fenômeno.

Após uma discussão conceitual com toda a turma, o professor pode solicitar que os alunos reelaborem suas hipóteses de forma a explicar o fenômeno mais completamente, através da escrita.

Nessa perspectiva, a leitura-escrita-fala forma uma tríade que não pode ser dicotomizada, pois “após a leitura os alunos devem escrever sobre o fenômeno

para em seguida falar sobre ele, esse é um movimento em espiral e incessante” (Francisco JR *et al.*, 2008, p. 36).

O objetivo é reformular as ideias dos alunos advindas do senso comum, próximas à explicação científica.

No terceiro momento: a aplicação do conhecimento, os alunos devem utilizar o conhecimento aprendido em outras situações, diferentes da inicial, do contexto local (Jesus *et al.*, 2011) e de outros contextos, também problematizadas como no momento inicial. O professor pode utilizar também diferentes recursos didáticos para implementar esta ação, também pode ser baseada no próprio experimento, sugerindo outros experimentos que podem ser realizados e que exija interpretação a partir dos mesmos conceitos, de forma que os alunos tenham que aplicar os conhecimentos em um contexto diferente.

Neste trabalho apresentamos uma proposta de experimentação problematizadora realizada em duas turmas do 1º ano do ensino médio, uma com 18 e outra com 14 alunos, em uma escola pública situada na região metropolitana de Curitiba-PR, na cidade de Bocaiúva do Sul, colégio estadual conselheiro Quielise Crisóstomo da Silva.

Para a realização desta pesquisa foi elaborada uma aula prática a partir do tema combustão, a qual se encontra descrita a seguir.

METODOLOGIA

O experimento utilizado consiste na queima de quatro diferentes combustíveis: gasolina, etanol, diesel e biodiesel. Com exceção do biodiesel, doado pelo Laboratório de pesquisa de biomassa, do Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná, os demais foram adquiridos em postos de gasolina.

Para realização do experimento foram necessários 4 termômetros (escala de 0 a 100 °C), 4 cápsulas de porcelana, 4 pipetas de 2 mL (como o experimento não é quantitativo, pode-se substituir a pipeta por medidores de volume caseiros), 5 béqueres de 50 mL, 4 provetas de 20 mL, caixa de fósforo, água, 2 ml de cada um dos combustíveis, suporte universal com garras para montagem do sistema conforme figura 1.

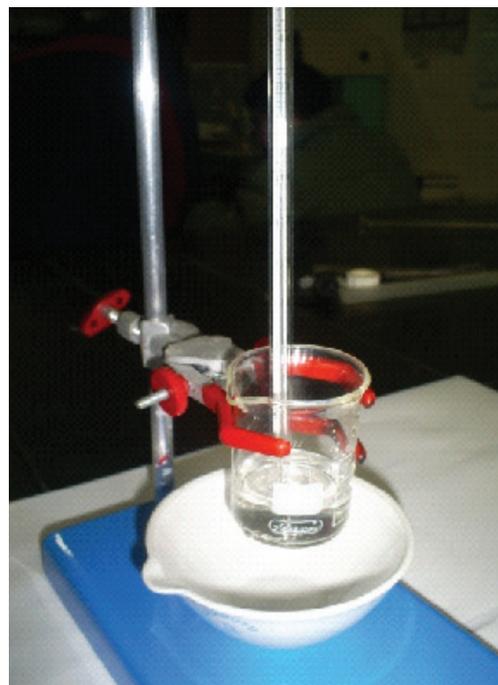


Figura 1 – Sistema para realização da queima de combustíveis

Em cada cápsula de porcelana deve-se adicionar 2 mL de cada combustível, gasolina, álcool, óleo diesel e biodiesel, sendo que no óleo diesel e no biodiesel deve ser adicionado um pequeno pedaço de algodão, pois o óleo diesel e o biodiesel são pouco inflamáveis e necessitam de um substrato para queimar. As cápsulas devem ser posicionadas logo abaixo de cada béquer.

Nos béqueres devem ser adicionados 20 mL de água e estes devem ficar suspensos e presos nas garras a uma distância aproximada de 5,0 cm da base do suporte universal. É importante que a distância seja a mesma em todos os suportes. O termômetro deve permanecer suspenso e seu bulbo submerso totalmente na água. Anota-se a temperatura inicial da água nos quatro béqueres.

Depois de montado o sistema, inicia-se a combustão cuidadosamente, aproximando a chama de um fósforo em cada uma das amostras contidas nas cápsulas. Devem ser observadas as características da chama como cor, a presença de fuligem tanto na chama, como ao redor do béquer e anotar a variação da temperatura da água fazendo a leitura do termômetro. Este experimento deve ser realizado na capela ou em local bem ventilado.

O experimento foi realizado por quatro equipes de três a quatro alunos e conduzido pelo professor da turma, um dos autores deste trabalho, seguindo a metodologia da experimentação problematizadora, conforme apresentado nos resultados a seguir. Cada equipe ficou responsável pela preparação e coleta dos dados para um dos combustíveis e foram necessárias 3 aulas de 50 minutos para implementar a proposta.

Problematização Inicial: “Por que devemos substituir combustíveis não renováveis por renováveis?”

A problematização inicial proposta pelo professor foi “Por que substituir combustíveis não renováveis por renováveis?” que deveria ser respondida ao final da aula. Para direcionar a discussão foram propostas outras questões complementares, cujas respostas dos alunos se encontram na Tabela I. Os alunos se reuniram em grupos de até quatro alunos para pensar e discutir sobre as questões e o tempo concedido foi de 10 minutos para esta reflexão. Depois o professor anotou as respostas dos grupos para posterior discussão.

Tabela I. Respostas dos alunos às questões problematizadoras propostas

Perguntas lançadas pelo professor	Respostas dos alunos
O que é combustão?	É o que queima. É quando pega fogo É quando gera energia.
O que é preciso para que ocorra combustão?	Combustível, qualquer coisa que queima, fonte de energia, fogo, ar (oxigênio).
Exemplos de combustíveis?	Papel, carvão, álcool, diesel, gasolina, gás, biodiesel, metanol, madeira, querosene.
Será que eles liberam a mesma quantidade de energia? Por quê?	Não. Porque eles têm diferentes quantidades. Tem diferentes composições. Vimos no nosso trabalho que urânio e pólvora liberam diferentes quantidades de energia.
O que são combustíveis renováveis?	Pode ser reutilizado. O que se pode criar. O que se pode plantar.
O que são combustíveis não-renováveis?	Depende de uma fonte finita. Não pode ser criado pelo homem. Pode acabar um dia. Algo que não se pode criar. É uma matéria prima.
A queima dos combustíveis é sempre completa?	Acho que não porque sobra um pouco. Sim, porque achamos que o que sobra não é combustível. Não queimam completamente porque evaporam.

Este momento de problematização inicial foi importante porque permitiu aos alunos o debate sobre suas concepções e entendimento sobre combustão e combustíveis e para o professor conhecer estas concepções prévias, muitas vezes ainda baseadas no senso comum.

O professor organizou a discussão, porém sem fornecer informações prontas. Fazendo despertar no aluno seu senso crítico não fazendo com que simplesmente aceitasse o conhecimento pronto e acabado (Francisco JR *et al.*, 2008).

Todos os alunos participaram da elaboração das respostas, sendo que a maior dificuldade encontrada por eles foi estruturar uma resposta, saber como elaborá-la, encontrar termos para traduzir suas explicações.

Neste momento foi proposta a realização do experimento descrito anteriormente.

Organização do Conhecimento: realização do experimento sobre a queima de combustíveis

Antes da realização do experimento o professor discutiu com a turma o procedimento experimental e debateu sobre as características dos registros e informações, buscando enfatizar a importância deste registro. Os alunos

receberam uma ficha de observação do experimento na forma de roteiro, quadro e tabelas para preenchimento dos dados observados.

Na figura 2 ilustramos a queima de um dos combustíveis, na figura 3 o resultado final obtido após a queima de todos os combustíveis e na Tabela 2 o resultado obtido para uma das turmas de alunos.

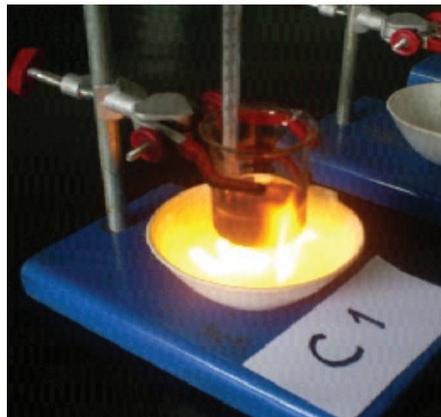


Figura 2. Queima da gasolina realizada pelos alunos



Figura 3. Resultado após a queima dos combustíveis na sequência: gasolina, álcool, diesel e biodiesel.

Tabela 2. Dados obtidos na realização da queima dos combustíveis

Amostra	Cor da chama	Quantidade de fuligem	Variação da Temperatura
Gasolina	alaranjada	Moderada	20 0C
Etanol	azul	Nenhuma	20 0C
Diesel	alaranjada	Muito grande	75 0C
Biodiesel	alaranjada	Grande	66 0C

Na sequência os alunos, ainda em grupo, tiveram que responder as seguintes questões para compreensão do experimento: 1) A partir da diferença de temperatura obtida no experimento, determine qual o combustível que libera mais energia durante a queima, 2) Proponha hipóteses para explicar a diferença de energia liberada para cada um dos combustíveis, 3) Quais combustíveis liberaram fuligem durante a queima? 4) Qual dos combustíveis a reação de combustão foi completa ou incompleta? Qual a cor da chama que caracteriza essas reações? 5) São considerados poluentes: monóxido de carbono (CO), fuligem e dióxido de enxofre (SO₂). Esses poluentes juntos contribuem com a composição do índice de poluição do ar medido por agências de controle ambiental nas grandes cidades. Com os resultados desse experimento responda qual combustível você considera que contribui mais com a poluição? Por quê?

Durante a realização do experimento, os alunos observaram, fizeram anotações, preencheram a ficha de observação e responderam as questões.

Neste momento, diante de algumas dificuldades encontradas pelos os alunos, principalmente em relação em explicar a diferença de temperatura observada para cada um dos combustíveis e se a combustão era completa ou incompleta, o professor introduziu os conteúdos necessários para entendimento do experimento realizado. Isto era esperado, uma vez que os estudantes não haviam estudado o conteúdo.

Foram colocadas no quadro, pelo professor, as reações de combustão de vários combustíveis (Tabela 3) e a partir da discussão destas reações, foram solicitados aos alunos que explicassem os resultados observados.

Dessa forma, foi possível promover o diálogo entre os estudantes e suas observações mediado pela escrita, visto que este auxilia a concretizar os pensamentos e a apreensão dos fenômenos químicos. Para Francisco JR e colaboradores (2008, p. 39) isto resulta “na superação das ideias espontâneas e compreensão do fenômeno”, aproximando do pensamento científico.

Tabela 3. Reação de combustão completa dos combustíveis renováveis e não renováveis

Combustíveis	Reações de Combustão
Gasolina*	$C_8H_{18}(l) + 25/2 O_2(g) \rightarrow 8 CO_2(g) + 9 H_2O(l) + \text{energia}$
Álcool	$C_2H_5OH(l) + 3 O_2(g) \rightarrow 2 CO_2(g) + 3 H_2O(l) + \text{energia}$
Diesel**	$C_{20}H_{40}O_2(l) + 29 O_2(g) \rightarrow 20 CO_2(g) + 20 H_2O(l) + \text{energia}$
Biodiesel**	$C_{20}H_{40}O_2(l) + 29 O_2(g) \rightarrow 20 CO_2(g) + 20 H_2O(l) + \text{energia}$
Metanol	$CH_3OH(l) + 3/2 O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2 H_2O(l) + \text{energia}$
Biogás	$CH_4(g) + 2 O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2 H_2O(l) + \text{energia}$
Hidrogênio	$H_2(g) + 1/2 O_2(g) \rightarrow H_2O(l) + \text{energia}$

* A gasolina está aqui representada como octano (C_8H_{18})

** As cadeias carbônicas desses componentes variam de 6 a 30 carbonos.

A análise das respostas às questões feitas após a coleta e discussão dos resultados mostrou que os aspectos experimentais mais importantes foram registrados e compreendidos pelos estudantes. Para Francisco JR e colaboradores (2008, p. 38) “isso valida os resultados experimentais como construção pessoal e social dos estudantes, pois eles fazem suas próprias anotações, compartilhando-as com outros sujeitos”, o que fornece condições para que os estudantes se tornem sujeitos da aprendizagem.

Na sequência, a partir da organização dos conhecimentos, o professor retoma as situações propostas inicialmente e o que se observou foi que todos os grupos conseguiram reelaborar suas respostas para explicar o fenômeno observado, desenvolvendo uma posição reflexiva.

Segundo Francisco JR e colaboradores (2008), esta etapa é de extrema importância para aprendizagem dos alunos, tendo em vista que se não houver a organização do conhecimento mediado pelo professor, dificilmente eles conseguirão aplicar o conhecimento em uma situação real.

Aplicação do conhecimento

Neste momento foi lançada uma nova questão, calcada no próprio experimento, para que os alunos pudessem aplicar os conhecimentos adquiridos.

A questão lançada foi: Se você fosse adquirir um automóvel qual você escolheria: um automóvel movido a álcool, a gasolina, a diesel ou bicombustível? Considere os aspectos de emissão de poluentes, desempenho e custo/benefício para justificar sua resposta.

Neste momento o professor retomou no quadro os resultados obtidos no experimento, inserindo na tabela o preço do litro de cada um dos combustíveis e proporcionou uma discussão mais ampla, relacionando os resultados com as questões ambientais, econômicas e sociais envolvidas na questão da escolha dos combustíveis.

A avaliação da atividade foi feita mediante a aplicação de um questionário aos alunos participantes, cujas respostas foram analisadas e categorizadas.

CONCLUSÕES

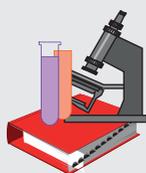
Constatamos que a experimentação utilizada como problematizadora do conhecimento, contribuiu para a melhoria do aprendizado do conteúdo combustão, proporcionou aos alunos uma melhor articulação entre teoria e prática e a percepção da importância da química para suas vidas.

Foi evidente também que a experimentação problematizadora permitiu despertar nos alunos o espírito crítico, a curiosidade, a não aceitação do conhecimento simplesmente transferido e que a explicação de um fenômeno é válida, a partir do momento em que o mesmo seja pessoalmente significativo para o aluno.

BIBLIOGRAFIA

- Angulo-Delgado, F., What is the meaning of learning to explore student's ideas? *Journal of Science Education* **4**, [2], p. 80-83, 2003
- Carrascosa, J., Gil-Pérez, D.; Vilches, A.; Valdés, P. Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **23**, [2], p. 157-181, 2006.
- Cheung, D., Teacher Beliefs about Implementing Guided-Inquiry Laboratory Experiments for Secondary School Chemistry. *Journal of Chemical Education* **88**, [11], p. 1462-1468, 2011.
- Delizoicov, D. Problemas e Problematizações. In: Pietrocola, M. (Org.). *Ensino de Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia em uma Concepção Integradora*. UFSC, Florianópolis, BR, p. 125-150, 2005.
- Delizoicov, D., Ensino de Física e a Concepção Freiriana de Educação. *Revista de Ensino de Física* **5**, [2], p. 85-98, 1983.
- Deters, K.M., Student opinions regarding inquiry-based labs. *Journal of Chemical Education* **82**, [8], 1178-1180, 2005.
- Francisco Jr., W. E., Ferreira, L. H.; Hartwig, D. R., Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. *Química Nova na Escola* **30**, [4], p. 34-41, 2008.
- Galiuzzi, M. C., Gonçalves, F. P., A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química. *Química Nova* **27**, [2], 326-331, 2004.
- Giordan, M., O papel da experimentação no ensino de Ciências. *Química Nova na Escola* **10**, [2], p. 43-49, 1999.
- Hicks, R. W.; Bevsek, H. M., Utilizing Problem-Based Learning in Qualitative Analysis Lab Experiments. *Journal of Chemical Education* **89**, [23], p. 254-257, 2012.
- Hugerat, M., Zidani, S.; Kurtam, N., Teaching Science Through Research. *Journal of Science Education* **4**, [1], p. 35-38, 2003.
- Jalil, P. A., A Procedural Problem in Laboratory Teaching: Experiment and Explain, or Vice—Versa? *Journal of Chemical Education* **83**, [1], p. 159-163, 2006.
- Jesus, E. M. de; Veloso, L. de A., Maceno, N. G.; Guimarães, O. M., A experimentação problematizadora na perspectiva do aluno: um relato sobre o método. *Revista Ciência em Tela* **4**, [1], p. 1-8, 2011.
- Laburú, C. E., Fundamentos para um experimento cativante. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **23**, [3], p. 347-366, 2005.
- Lawson, A. E.; Lewis, C.M. Jr; Birk, J. P., Why do students “cook” data? *Journal of College Science Teaching* **29**, [3], 191-198, 2000.
- Markóczy-Revák, I., A Teaching-learning method enhancing Problem Solving and Motivation in Secondary Schools. *Journal of Science Education* **4**, [1], p. 14-17, 2003
- Montes, L. D.; Rockley, M. G., Teacher Perceptions in the Selection of Experiments. *Journal of Chemical Education* **79**, [2], p. 244-247, 2002.
- Mohrig, J. R., The Problem with Organic Chemistry Labs. *Journal of Chemical Education* **81**, [8], p. 1083-1085, 2004.

Received 19-10-2012/ Approved 29-04-2013



**Journal of Science Education
Internacional and bilingual**

www.accefyn.org.co/rec

Subscribe to the Journal of Science Education

The address of the JSE is:

Phone/fax (57 1) 2708348

e-mail: oen85@yahoo.com

WEB page with the JSE Online:

<http://www.accefyn.org.co/rec>

Reflexão sobre a ação na licenciatura em química: o estágio supervisionado como espaço formativo

Reflection on the action: supervised pre service teachers' practice as formative space.

EDNA SHERON DA COSTA GARCEZ, FLÁVIA CARNEIRO GONÇALVES, LAYLA KAROLINE TITO ALVES,
MÁRLON HERBERT FLORA BARBOSA SOARES E NYUARA ARAÚJO DA SILVA MESQUITA.

Laboratório de Educação Química e Atividades Lúdicas (LEQUAL) – Instituto de Química/UFG, Goiania, Brasil,
nyuara@quimica.ufg.br

Resumo

Durante o desenvolvimento do estágio do curso de Licenciatura em Química da UFG, os estagiários planejaram e ministraram uma disciplina optativa na escola campo com o foco nas atividades experimentais. As aulas foram gravadas em vídeo e foi realizada uma análise a partir das impressões escritas dos estagiários ao assistirem os vídeos e identificarem aspectos que caracterizaram suas posturas docentes na regência. A partir desse processo de reflexão sobre a ação que se materializou no formato de textos escritos pelos estagiários, foram analisadas duas categorias: resolução de problemas envolvidos na docência e responsabilidade profissional docente. De acordo com a análise observou-se que, ao reverem suas aulas, os estagiários se situaram como futuros professores de química e expressaram seu senso de responsabilidade docente em relação à situação didática e suas capacidades de identificarem problemas e soluções inerentes à sala de aula. Dessa forma, a reflexão sobre a ação se constitui como aspecto formativo de fundamental importância na formação inicial, pois permite o repensar dos caminhos e escolhas do futuro docente.

Palavras-chave: Estágio supervisionado, reflexão sobre a ação, responsabilidade docente, ensino de química, licenciatura em química.

Abstract

As an elective course in the preparation of high school chemistry teachers at UFG we offered an elective course entitled 'Experimental Science'. During the course we analyzed aspects linked to the initial training stage using a participatory research methodology. Films were shown to trainees to help them understand how the development of scientific proposals contributes to the construction of teacher knowledge resulting in an autonomous foundation for the teaching profession. The first finding was that greater experience of experimental science helped with the difficulties of teaching and showed the importance of pedagogical content knowledge and solving problems in a classroom. Secondly, we observed that the pre-service chemistry teacher's experience developed awareness and value judgment and enhanced their sense of professional responsibility. Thus, it was possible to understand this elective course as a space for reflection and construction of teacher knowledge from the development of a discipline.

Key words: supervised preservice teachers' practice; reflection on the action; teacher responsibility, chemistry teaching.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das atividades de estágio pode se configurar como importante espaço formativo no sentido de contribuir para a formação do futuro docente no contexto do profissional reflexivo e pesquisador da sua própria prática. Tal aspecto é corroborado pelas ideias de Santos *et al* (2006) ao discutirem a reflexão sobre a ação no contexto da formação de professores de química:

Nas disciplinas de ensino de química, desenvolve-se uma série de atividades em que os alunos que já são professores são solicitados a dar exemplos práticos que estão vivenciando em sala de aula, os quais passam a ser objeto de reflexão. Ainda na concepção de trabalho de reflexão sobre a ação, no que diz respeito à formação do denominado professor-pesquisador, os estágios supervisionados proporcionam atividades de análise crítica da prática que está sendo vivenciada. (Santos *et al*, 2006)

As questões que envolvem a formação do professor reflexivo estão postas na legislação quando as diretrizes para a formação de professores para a educação básica orientam que, nos cursos de formação de professores, “a aprendizagem deverá ser orientada pelo princípio metodológico geral, que pode ser traduzido pela ação-reflexão-ação e que aponta a resolução de situações-problema como uma das estratégias didáticas privilegiadas” (Brasil, 2002).

No intuito de considerar as recentes tendências para a formação de professores que têm sido discutidas pela área de ensino de química, Passos e Santos (2008) apontam que “para uma formação inicial eficiente e qualificada os cursos de formação devem reestruturar seus currículos, incorporando a ideia de formar professores reflexivos e pesquisadores da sua própria prática, a partir de reflexões e ações relacionadas à articulação

teoria-prática”. Ao implementar propostas que visem contemplar os aspectos inerentes à formação do professor reflexivo, é importante pontuarmos, a partir da literatura, algumas características básicas atribuídas a este profissional:

- examinam, esboçam hipóteses e tentam resolver os dilemas envolvidos em suas práticas de aula;
- estão alertas a respeito das questões e assumem os valores que levam/carregam para seu ensino;
- estão atentos para o contexto institucional e cultural no qual ensinam;
- tomam parte no desenvolvimento curricular e se envolvem efetivamente para a sua mudança;
- assumem a responsabilidade por seu desenvolvimento profissional. (Zeichner; Liston, 1996, p.6)

Partindo de tais pressupostos, o desenvolvimento de atividades no estágio supervisionado se configura como um espaço ideal para que sejam trabalhadas questões envolvendo posturas formativas de reflexão sobre a ação no intuito de relacionar as situações da prática pedagógica ao contexto acadêmico. Sob este enfoque, a prática pedagógica insere-se em um contexto mais amplo que não considera a dissociação entre teoria e prática no exercício da docência contribuindo para a superação dessa dicotomia.

Dessa forma, nos propomos trabalhar, na disciplina de Estágio 3, do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Goiás, o processo de reflexão sobre a ação dos licenciandos a partir de suas atividades de regência na escola campo. Salientamos que a disciplina com carga horária de 200 horas, prevê além da semi regência e regência (90 horas), a discussão teórica em sala de aula na universidade e o desenvolvimento de trabalho de pesquisa na área de ensino de química pelos licenciandos.

A rede pública de ensino do estado de Goiás possibilita a inserção de disciplinas optativas no currículo das escolas de Ensino Médio. Elas podem ser propostas pelas escolas, de acordo com suas realidades e necessidades e, além disso, devem ser organizadas em eixos como: cultura, empreendedorismo e identidade; turismo e receptivo; esporte e movimento; pensamento científico, tecnologia e produção (Rodrigues, Moreira, 2009).

A partir de tal aspecto, propusemos práticas de estágio que contemplassem as disciplinas optativas vislumbrando tanto a construção dos saberes docentes calcados em uma formação criativa e autônoma quanto à possibilidade de contribuir para a construção do currículo escolar por compreendermos que, enquanto formadores de professores, somos também agentes articuladores do processo de alfabetização científica que deve permear o contexto das aulas de ciências na educação básica. No caso presente, a disciplina optativa foi a de “Ciência Experimental”.

Dessa maneira, associamos pesquisa, formação docente e função social da universidade no sentido de contribuir para a formação inicial dos licenciandos em química, formação continuada do professor regente e do próprio professor formador e para a estruturação de situações de ensino aprendizagem na escola campo promovendo aspectos de apropriação dos saberes científicos no viés da formação para a cidadania.

A inovação dessa proposta está no fato de que os estagiários aos assumirem a disciplina optativa deixam de ser coadjuvantes no processo ensino/aprendizagem passando a ser protagonistas, pois, tomam para si a responsabilidade de planejar, desenvolver e avaliar a disciplina sob o olhar tanto do professor regente, quanto do professor formador, o que se contrapõe às práticas de estágio tradicionais nas quais os estagiários somente assumem parte do conteúdo escolhido pelo professor regente.

A partir da participação dos licenciandos como professores/estagiários da disciplina optativa discutimos tanto o planejamento quanto o desenvolvimento das aulas no sentido de proporcionar aos sujeitos da pesquisa a reflexão conjunta sobre todo o processo desenvolvido. Estabelecemos espaços e criamos situações para que a reflexão sobre a ação dos licenciandos na prática pedagógica fosse pensada, repensada, questionada e fundamentada nos aportes teóricos da área de educação e ensino de química.

O objetivo principal desse trabalho é apresentar o processo de reflexão sobre a ação dos estagiários a partir das filmagens realizadas por eles mesmos de suas práticas docentes no desenvolvimento da disciplina optativa. Dessa

forma todo o período de estágio é de responsabilidade do estagiário, inclusive a avaliação de sua ação docente por meio da análise das transcrições das filmagens, o que contribui para seu processo formativo.

METODOLOGIA

No desenvolvimento das atividades de Estágio 3, quatro alunos do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Goiás (UFG), *campus* Goiânia, propuseram junto com a professora de química do Colégio Estadual Waldemar Mundim a oferta de uma disciplina optativa para os alunos da escola. Salientamos que estes estagiários já conheciam bem a escola, pois desenvolveram as atividades pertinentes aos estágios 1 e 2 nesta unidade.

O Estágio 3 contempla a etapa de regência e semi regência, ou seja, os estagiários passam a assumir determinadas aulas e conteúdos do ensino médio. A partir de discussões conjuntas entre estagiários, professora regente e professor formador, chegamos ao consenso de que os estagiários assumiriam a disciplina em todas as etapas desde o planejamento até a avaliação dos alunos.

Relacionamos o processo estabelecido no desenvolvimento desta proposta como uma pesquisa participante (PP) por considerarmos que os aspectos que caracterizam a PP encontram-se presentes na pesquisa aqui descrita. Dentre tais aspectos, podemos citar aqueles enfatizados por Demo (2008): exploração geral da comunidade, identificação das necessidades básicas e elaboração da estratégia educativa. Consideramos ainda que uma característica fundamental deste trabalho, para além do próprio ato de desenvolver a pesquisa, coletar e analisar os dados e elaborar um conhecimento específico é a participação conjunta de todos os envolvidos por meio de um processo contínuo de ação-reflexão-ação da situação definida buscando a conscientização e o entendimento da realidade para a tomada das decisões que se fizeram necessárias no decorrer do processo.

A disciplina foi planejada a partir das necessidades da comunidade escolar que foram identificadas pelos estagiários. Salientamos que nosso foco estabelecido consistiu no ambiente didático das aulas de química e que, a partir desse foco, uma necessidade pontuada pela professora regente e pelos alunos foi a questão de ausência de aulas experimentais na escola. O colégio Waldemar Mundim não tem laboratório de ciências e a professora regente se preocupa com o fato de que muitos conteúdos que poderiam ser trabalhados utilizando a experimentação não o são em decorrência da própria estrutura física da escola. Dessa forma, os estagiários optaram por ministrar uma disciplina de ciência experimental, que já estava cadastrada no rol de disciplinas optativas disponibilizadas pela escola.

As aulas da disciplina optativa ministrada pelos estagiários foram filmadas para posterior transcrição e análise por parte deles, ao término da disciplina. Três dos quatro estagiários que ministraram as aulas assistiram aos vídeos e, a partir de suas impressões, escreveram textos em que foram destacadas as dificuldades identificadas na ação docente, as possíveis mudanças em uma situação didática semelhante e problemas ou falhas conceituais em suas explicações.

Salientamos que cada um dos estagiários assistiu todas as filmagens de forma independente, anotando pontos de interesse ou situações interessantes a partir de suas próprias concepções sem a intervenção do professor regente ou do professor formador. A partir desses apontamentos, construiu um texto, o qual foi entregue ao professor formador.

Importante ressaltarmos que todas as filmagens foram devidamente autorizadas pelos alunos e seus responsáveis, conforme normas do Comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Goiás (COEP). Todos os termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE) foram preenchidos e arquivados. Esse trabalho está incluso no projeto cadastrado no COEP – UFG sob o título “A Pesquisa na formação inicial de professores: o estágio na construção de saberes”.

As aulas assistidas pelos estagiários e analisadas, por meio de seus textos, nesta pesquisa foram: separação de misturas, tensão superficial, modelos atômicos, acidez e basicidade, cromatografia e estudo dos gases. A partir dos textos elaborados pelos estagiários, analisamos de que forma se constrói um saber docente a partir do processo de refletir sobre a própria ação pedagógica e como tal reflexão se incorpora ao saber docente na formação inicial. Nas leituras realizadas a partir dos textos, optamos por analisar duas categorias relacionadas a duas das características pontuadas por Zeichner e Liston (1996) elencadas anteriormente: *resolução de problemas envolvidos na prática docente e responsabilidade profissional docente*.

A primeira categoria explicita anseios e angústias expressas pelos estagiários em relação às atividades desenvolvidas. Apresenta também o relato das situações a partir das quais eles puderam vivenciar o dia a dia do professor de química relacionadas ao processo vivido, o que pode possibilitar a compreensão sobre como a reflexão sobre a ação docente sinaliza no sentido de uma mudança na postura pedagógica.

A segunda categoria refere-se à reflexão sobre o posicionamento dos estagiários ao tomarem para si as responsabilidades e preocupações com o processo didático como um todo. Para efeito de discussão dos resultados, os estagiários que foram identificados com E₁, E₂, e E₃.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se a primeira categoria: *resolução de problemas envolvidos na prática docente* foi possível estabelecer alguns pontos norteadores para a discussão.

O primeiro deles se refere ao que chamaremos de “Necessidade de interação com os alunos”, isto é, notamos que é comum na fala dos estagiários uma necessidade de aproximação com os alunos na sala de aula. Uma tentativa de tornar a aula mais dinâmica e interessante por meio da efetiva interação para o que aluno sãsse da passividade, o que parece ser uma preocupação dos futuros professores:

...adotamos uma dinâmica mais interativa entre os estagiários, e assim mesmo em meio a uma divisão dos momentos da aula, a complementação e interferência construtiva nas falas dos estagiários era constante.

(Estagiário E1)

...conforme a característica de cada um, gírias, neologismos, expressões e linguagem coloquial para estabelecer um diálogo mais eficaz com os discentes.

(Estagiário E1)

A atividade foi escolhida com a intenção de promover maior interação entre os alunos.

(Estagiário E2)

...sempre que conveniente eram feitos questionamentos aos estudantes.

(Estagiário E2)

...realizou-se uma dinâmica com os alunos sobre como se dariam os métodos científicos.

(Estagiário E2)

Essa preocupação com a interação parece oriunda da necessidade que os futuros professores têm de se aproximar de seu público, no caso, os alunos. É um discurso comum nos cursos de formação de professores para o enfrentamento da juventude atual. Além disso, há uma grande quantidade de trabalhos que descrevem a tentativa de aproximação do professor com seu aluno para a melhoria das relações de ensino e aprendizagem (Lima e Sousa, 2008).

Além disso, os próprios alunos da educação básica sentem a necessidade de uma maior aproximação entre eles e seus professores de química. Segundo Farias e Ferreira (2012) na visão dos alunos do nível médio, seria interessante que o professor de química soubesse, além de planejar e conduzir as atividades de ensino, se relacionar com os estudantes de maneira mais próxima e afetiva.

Outro norteamento está relacionado à preocupação que os estagiários têm com o “Tempo necessário para o desenvolvimento das atividades em sala de aula”. Isso está premente em suas falas:

...pode-se concluir que a maneira como foi ministrada a disciplina em termos de cronograma e avaliação, **notou-se que o fato de trabalhar um conceito por aula não foi adequado** em se tratando de aprendizagem dos alunos.

(Estagiário E2, grifo nosso)

...foi a utilização de roteiros como recurso didático, pois, houve **melhor aproveitamento do tempo de aula principalmente pelo professor** não ter que escrever resumos no quadro e utilizá-lo apenas para síntese de ideias expressas durante a aula.

(Estagiário E1, grifo nosso)

Inferimos que isso esteja relacionado a pouca quantidade de aulas de química no nível médio e o currículo apresentado pelo Estado de Goiás que carrega uma grande quantidade de conteúdos a serem explorados nos três anos de ensino médio. Outro fator também pode estar ligado ao fato de que os estagiários desenvolviam o experimento em sala de aula e não tinham tempo hábil para fazer todas as discussões pertinentes no restante da aula. Quando retornavam ao conteúdo em aulas seguintes, muito do que havia sido discutido era perdido ou os alunos da disciplina não respondiam adequadamente os questionamentos iniciais para dar continuidade às aulas.

A questão do tempo é uma das discussões apresentadas por Tardif (2011). O autor descreve que muitas das adaptações que os professores fazem em seus saberes docentes estão intimamente ligadas ao tempo que têm disponível em sala de aula ou o tempo que lhes é direcionado pelos currículos das escolas ou àqueles direcionados pelo próprio estado.

Importante ressaltar que o tempo que aparece na fala dos estagiários é um aspecto preocupante no que diz respeito à prática docente. Pois o tempo de preparação da aula e de sua execução está estreitamente relacionado tanto ao desempenho do professor em sala de aula quanto à aprendizagem dos estudantes. Tais aspectos inclusive podem trazer angústia para os professores e poucas oportunidades de discussão coletiva no âmbito da sala de aula. De

acordo com Basso (2005), a falta de tempo para as aulas e suas preparações e a ausência desta discussão coletiva pode levar o professor a realizar uma prática alienante, comprometendo a qualidade do ensino.

Um dos norteamentos interessantes dessa categoria se refere ao fato de que o trabalho em conjunto com mais de um professor da sala de aula foi, para os estagiários, bastante positivo. A “Quantidade de professores” em sala de aula aparece na fala dos estagiários:

...sendo importante ressaltar que a contribuição **de mais de um professor na sala de aula contribuiu** significativamente para a formação profissional dos mesmos, e melhor interação com os estudantes.

(Estagiário E2, grifo nosso)

...e também no fato de **trabalharmos em grupo**, isso permitiu que desenvolvêssemos confiança no **trabalho um do outro** e uma aprendizagem em conjunto, mesmo com a divisão de tarefas para atingir um objetivo principal, de ensino do conceito químico.

(Estagiário E1, grifo nosso)

O fato de sermos **quatro professores em uma única sala de cada vez, auxiliou bastante, é como se em nossas inexperiências nos completássemos e formássemos na visão dos alunos um só professor**. Para o início de nossa carreira docente foi excelente a sensação de saber que caso você cometa um ou outro erro seu colega está ao lado para te auxiliar.

(Estagiário E3, grifo nosso)

Essa conjunção de ideias para a elaboração conjunta de conceitos e a colaboração entre os pares para o melhor entendimento do conteúdo, tanto por parte dos estagiários quanto por parte dos alunos envolvidos, pode nos remeter a aprendizagem colaborativa (Silva, 2011). Nesse tipo de interação, os profissionais e os alunos podem a partir da complementação de ideias e construção conjunta do conteúdo tornar a aprendizagem mais significativa.

Segundo Jones *et al.* (1997) tal estratégia de trabalho em grupo por parte dos licenciandos possibilita uma maior interação entre os pares e uma melhoria nas discussões conceituais, considerando-se que no trabalho cooperativo a conexão entre esses sujeitos possibilita maior acesso aos saberes de conteúdo que um ou outro estagiário possa não ter discutido.

A segunda categoria de análise diz respeito à *responsabilidade profissional docente*. Assim, o desenvolvimento da disciplina optativa ministrada pelos estagiários provocou nestes o sentimento de responsabilidade docente, pois eles vivenciaram o dia a dia docente em todos os seus aspectos, inclusive na necessidade de tomar juízos de valor que podem influenciar os estudantes da educação básica em sua formação para a cidadania. Sobre a responsabilidade docente nos apoiamos nas reflexões de Gardin e Reali (2007) quando discutem o princípio da responsabilidade docente e a formação cidadã:

Responsabilidade docente, em todos os níveis possíveis de envolvimento, é, incontestavelmente, essencial e evidente na vida de um estudante universitário, no seu presente como estudante, e no seu futuro como integrante da sociedade. O professor deve questionar a sua atuação, avaliar sempre seu papel social e assumi-lo, sem tentar se isentar quando seus alunos não respondem ao esperado. (Gardin e Reali, 2007)

Oportunizar aos estagiários a possibilidade de assumir uma disciplina mostrou-lhes a importância de se tornarem responsáveis na atuação da profissão que escolheram como sua formação inicial, pois o professor, seja em qualquer nível de ensino, é também aquele profissional responsável por diversas influências no contexto da formação para a cidadania. Podemos identificar o sentimento de responsabilidade docente a partir da fala representativa a seguir:

A cada aula, através das experiências anteriores, refletimos sobre nossa prática procurando meios de modificá-la, corrigindo e evitando permanecer nos erros cometidos em encontros anteriores, buscando novos métodos de ensinar e interagir com os alunos. Não apenas pelos diversos momentos de reflexão propostos pela prática pedagógica, mas também pela **responsabilidade de atuarmos como professores regentes da turma** por meio da elaboração de roteiros, escolha dos experimentos, correção dos exercícios, controle da frequência e avaliação dos alunos por meio de notas baseadas na participação e nas atividades realizadas.

(Estagiário E1, grifo nosso)

Salientamos que, além de encontrar na escrita dos próprios estagiários referências ao sentimento de responsabilidade docente, foi possível identificar a presença de aspectos relacionados ao tema nos professores em formação a partir de posicionamentos deles quando faziam a releitura das situações didáticas que vivenciaram. Um exemplo é o texto de E2 ao descrever a aula de modelos atômicos em que os estagiários propuseram uma dinâmica chamada “cabo de guerra elétrico” que não deu certo na sala. A estagiária escreve que:

Entretanto, essa situação promoveu outras discussões sobre o porquê do experimento não ter funcionado, mas ainda assim, pôde ser feito pelos professores uma eletrização estática utilizando um pedaço de papel e uma régua, e o conteúdo programado foi retomado. Essa situação promoveu uma situação que contribuiu para a formação docente a respeito de saber lidar com situações inesperadas em sala de aula, e a presença de mais de um professor em sala contribuiu muito para contornar essa situação e aprenderem uns com os outros.

(Estagiário E2)

Percebemos o sentimento de responsabilidade a partir da preocupação com a própria aprendizagem em termos de compreensão sobre a necessidade de saber se posicionar em diferentes situações didáticas. A preocupação com a questão da responsabilidade docente precisa estar inserida em situações de formação de professores não apenas de maneira individual, mas também em situações formativas que contemplem o contexto coletivo como nos aponta Pereira (2009): “*é fundamental criar, nos cursos de licenciatura, uma cultura de responsabilidade colaborativa quanto à qualidade da formação docente*”.

Nesse sentido, ao discutir algumas dicotomias que tanto alunos quanto professores enfrentam em seu cotidiano no ensino de química, Talanquer (2012) nos aponta que vários professores tendem a não assumir a responsabilidade sobre o conhecimento do aluno, ou seja, ele fica preso a currículos e conteúdos a serem cumpridos, sem a devida preocupação com o que os estudantes necessitam. Para o autor é responsabilidade dos educadores analisar criticamente os conhecimentos e as crenças sobre o processo de ensino e aprendizagem.

A partir dessas colocações, compreendemos que a preocupação dos estagiários com sua prática e suas responsabilidades pode contribuir para uma melhor formação em termos críticos considerando-se a reflexão sobre sua própria ação.

Ao descrever as filmagens da aula em que foram discutidos os temas acidez e basicidade, E3 reconhece a importância das aulas no seu processo formativo, o que mostra-nos sua preocupação e, conseqüentemente, sua responsabilidade com a carreira docente:

Como professora e nas aulas que ministrei fora do estágio, foi perceptível a influência dessas práticas que realizei, para o meu desempenho em sala de aula como professora regente.

(Estagiário E3)

É importante destacar que a discussão sobre responsabilidade docente não deve estar vinculada apenas às questões de sala de aula, pois apesar do professor realmente ter grande parcela de responsabilidade sobre o fazer pedagógico, sobre o processo de ensino aprendizagem, ou sobre sua própria formação, há outros fatores que se relacionam diretamente aos problemas que ele enfrenta e que são de ordem econômica, social ou política e que não devem ser atribuídos à responsabilidade individual dos sujeitos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ressaltamos que todo o processo de planejamento e desenvolvimento da disciplina, bem como o processo de imersão dos estagiários na investigação de suas próprias práticas pedagógicas ao assistirem aos vídeos gravados, foi permeado por situações de reflexão dos estagiários/professores com os professores formadores no âmbito da universidade e com o professor regente no âmbito da escola. Associar o estágio com a pesquisa na formação inicial dos licenciandos em química consiste em eixo formativo do nosso curso de licenciatura e pressupõe que, em todas as etapas de desenvolvimento das pesquisas, seja de fundamental importância a reflexão conjunta de todos os envolvidos no processo formativo.

A partir das análises e da discussão apresentadas, propomos uma reflexão sobre o espaço do estágio de formação de professores como espaço que possibilita a construção de saberes docentes. Ponderamos que estes saberes não estão relacionados apenas aos saberes específicos de conteúdo, mas também aos saberes pedagógicos de conteúdo associados à vivência com o exercício da docência e ao sentimento de responsabilidade docente que se mostrou presente nas várias etapas de desenvolvimento da disciplina.

Sob tal enfoque, o estágio supervisionado pode atuar em consonância com as necessidades da escola utilizando o contexto da formação pela pesquisa para contribuir para que os futuros professores tenham não apenas o contato com as situações do ambiente escolar, mas para que se constituam enquanto profissionais da educação preparados para trabalhar a docência buscando a transformação dos sujeitos por meio da educação.

BIBLIOGRAFIA

Brasil, RESOLUÇÃO CNE/CP N° 1, de 18 de Fevereiro de 2002. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/res1_2.pdf, acesso em 09/09/2012.

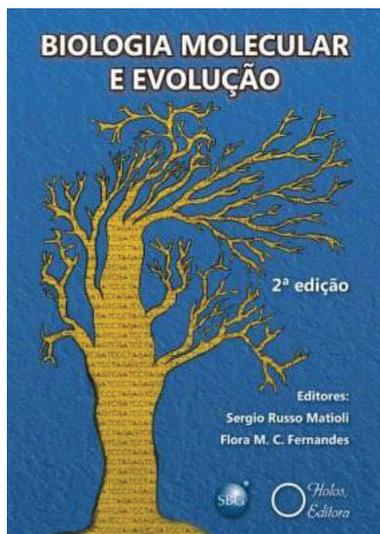
- Basso, I. S. Significado e Sentido do Trabalho Docente. *Cadernos Cedes* [19], 44, 1998.
- Demo, P., *Pesquisa participante: saber pensar e intervir*; Liber Livro Editora: Brasília, 2008.
- Farias, S. A.; Ferreira, L. H. Diferentes Olhares Acerca dos Conhecimentos Necessários na Formação Inicial do Professor de Química. *Química Nova* [35], 4, p. 844-850, 2012.
- Gardin, D. A. O. Reali, K. M., A responsabilidade docente: princípio na formação profissional do cidadão, *Revista Eletrônica Lato Sensu*, [1], p. 1-4, 2007.
- Jones, L. L. Buckler, H.; Cooperand, H. Straushein, B. Preparing Preservice Chemistry Teachers for Constructivist Classrooms through Use of Authentic Activities. *Journal of Chemical Education*, [74], 7, p. 787-792, 1997.
- Lima, J. S.; Souza, R. L. M., A Prática Docente e a Questão da Afetividade na Relação Professor-Aluno, *Revista Ágora*, [3], p. 6-16, 2008.
- Passos, C. G. Santos, F. M. T., Formação Docente no Curso de Licenciatura em Química da UFRGS: estratégias e perspectivas, *Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*, Curitiba, 2008.
- Pereira, J. E. D., As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente, *Educação & Sociedade*, [68], p. 109-125, 1999.
- Rodrigues, E. B. T. Moreira, M. E. *Ressignificação do Ensino Médio: Um caminho para qualidade*, Secretaria de Educação do Estado de Goiás, Goiânia, 2009.
- Santos, W. L. P.; Gauche, R.; Mol, G. S.; Silva, R. R.; Baptista, J. A., Formação de Professores: uma proposta de pesquisa a partir da reflexão sobre a prática docente, *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, [8], pp. 1-14, 2006.
- Silva, V. A., *A Aprendizagem Colaborativa no Ensino de Conceitos Químicos*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, 2011.
- Talanquer, V. Chemistry Education: Ten Dichotomies We Live By. *Journal of Chemical Education*. [89], 11, p. 1340-1344, 2012.
- Tardif, M., *Saberes Docentes e Formação Profissional*, Vozes, Petrópolis, 2011.
- Zeichner, K. M. E.; Liston, D. P. *Reflective Teaching*, Lawrence Erlbaum Associates, Nova York, 1996.

Received 11-10-2012/ Approved 29-04-2013

Book reviews

MATIOLI, Sergio Russo; CAMPOS, Flora Maria de (Ed.). *Biologia Molecular e Evolução*. Ribeirão Preto; SP; Holos, Editora e Sociedade Brasileira de Genética, Brasil. 2012, 22 capítulos.

“Um livro é a prova que os humanos são capazes de fazer magia”
Carl Edward Sagan



Os rápidos avanços nas ferramentas de pesquisas biotecnológicas geram muitos desafios didáticos para o ensino-aprendizagem de conceitos, habilidades e competências nas disciplinas biomoleculares e gênicas. O livro “Biologia Molecular e Evolução” apresenta os principais conceitos, técnicas e problemas relativos à biologia molecular moderna, além fomentar uma visão madura aos estudantes, professores e profissionais afins sobre as pesquisas destas áreas e as inovações que podem surgir derivadas destes conhecimentos nos campos da medicina, da farmacologia e da conservação da natureza.

Os dois primeiros capítulos abordam o tema sobre a origem e complexidade da vida. Trata de questionamentos sobre o paradoxo do tempo, o qual discute as questões de como a vida surgiu em um período tão curto e em condições tão adversas; e também trata da possibilidade da origem da vida não ter sido um processo complexo em si, o qual poderia ter acontecido várias vezes em nosso planeta e mesmo no universo. As hipóteses sobre a origem da vida tem proporcionado o desenvolvimento de novas linhas de investigação científica tais como os projetos “Vida Artificial”, “Genoma Mínimo” e os “Replicadores Precoces”. Traz os conceitos chaves da hipótese do “Mundo de RNA”, onde a principal molécula ativa na origem da vida era o RNA. No entanto, para validar essa hipótese é necessário descobrir os mecanismos de transição para a organização celular atual, na qual apresenta dois sistemas de trabalho, um de ácidos nucleicos (informação) e outro de proteínas (catálise). Um modelo alternativo interessante é a hipótese do “Mundo de ANA”, na qual considera a evolução simultânea de polipeptídios, polinucleotídeos e membranas lipídicas (Braun, et al., 2012). Embora as existências tanto do “Mundo de RNA” quando do “Mundo de ANA” talvez nunca venham a serem comprovadas, suas plausibilidades podem ser testadas em laboratório. É provável que nos primórdios da organização prébiotica molecular poderiam haver tanto moléculas comportando-se como no “Mundo do RNA” e outras como no “Mundo do ANA”.

No capítulo 3 os autores apresentam analogias, mapas conceituais, gráficos e esquemas didáticos visando atualizações de conceitos chaves complexos de biologia molecular a partir dos estudos da conclusão do Projeto Genoma (Capítulo 10). A conclusão deste projeto revelou informações

inéditas tais como, somente 2% do genoma humano codificam proteínas, e que o número de genes codificantes é bem abaixo do esperado, somente 19.000 genes, quando se estimava em torno de 30.000 a 40.000 (Griffiths, 2011). A partir destes e de outros dados, novos projetos “ômicas” tem sido propostos, tais como os projetos Transcriptômica, Proteômica, Interotoma Epigenoma, e Conectoma, os quais visam conhecer como os genomas funcionam em respostas a estímulos desenvolvimentais, fisiológicos e ambientais. O estudo da destas “ômicas” é um processo multidisciplinar e interdisciplinar, uma vez que requer informações de biologia, química física e informática, além de matemática.

No Capítulo 4 e 5 os autores apresentam uma síntese das funções dos diferentes tipos de RNAs nas células e os mecanismos de mutação, reparo e instabilidade do DNA. Os RNAs não codificantes podem ter aplicação importante na área médica, farmacêutica, agropecuária, e nos estudos sobre a evolução da vida, uma vez que são tidos como relíquias fósseis moleculares (Capítulo 8). As mutações do DNA são a fonte da diversidade genética, mas paradoxalmente, as células gastam muita energia para reparar essas lesões, pois em geral, são altamente deletérias e estão relacionadas a muitas doenças humanas. Um mecanismo de geração de mutação são os sequências genéticas móveis, por exemplo, 0,27% de todas as mutações que acarretam doenças em humanos são causadas por retrotransposons. (Capítulo 9). O conhecimento da dinâmica e controle de mobilização dos elementos de transposição tem sido imprescindível para o desenvolvimento de ferramentas de aplicações biotecnológicas, quanto para a compreensão dos mecanismos de geração de variabilidade genética no genoma.

Uma das questões mais instigantes da biologia é a evolução do sexo e do desenvolvimento dos organismos pluricelulares complexos a partir do zigoto. No capítulo 6 os autores apresentam hipótese e explicação para a origem, evolução, vantagens, desvantagens e manutenção do sexo. Ilustram com exemplos didáticos as evidências para tais hipóteses formuladas. Brevemente, a nível molecular, a evolução do sexo diz respeito à manutenção da integridade dos genomas, que hipoteticamente, teve origem no mecanismo de reparo de DNA por verificação mútua de genomas, o que estaria correlacionado à evolução da meiose. No capítulo 11 dedica-se a demonstrar como vem sendo desvendada as atividades moleculares durante o desenvolvimento embrionário e o papel das células-tronco no adulto, em diversos taxons.

A identificação das hierarquias dos sistemas biológicos e a classificação dos organismos visa identificar a descendências dos organismos. Para isso existe uma série de ferramentas bioestatísticas e de bioinformática, que precisam ser alimentadas com informações biológicas detalhadas dos organismos em estudo (capítulos 16, 17, 18 e 19). Para isso são usados os polimorfismos de sequências de nucleotídeos e de aminoácidos, pois, apenas estes carregam informações entre gerações, revelando a história evolutiva das linhagens quando analisados. Lembrando que a frequência de um alelo em uma população pode ser alterada pelas forças evolutivas (mutação, deriva gênica, fluxo gênico e seleção natural) e devido às complexidades das evidências da evolução, tais como mutações silenciosas, transferência horizontal de genes, e registro fóssil fragmentado, muitas vezes a reconstrução filogenética pode ser uma tarefa trabalhosa. Por isso, para o estudo da evolução molecular, o estabelecimento de relógios moleculares é fundamental (Capítulo 7). Mas, apesar de ser uma ferramenta indispensável em estudos de biologia evolutiva de grandes taxons, a hipótese do relógio

molecular é controversa. Portanto, há a necessidade de ser testada por inúmeras metodologias de reconstrução das árvores filogenéticas, como descrito nos capítulos 12,13, 14 e 15.

No estudo de linhagens genealógicas dentro de uma espécie ou entre espécies próximas, as análises filogeográficas são necessárias. As técnicas para as análises filogeográficas foram desenvolvidas a partir dos estudos de polimorfismos moleculares e das informações da genética de populações clássicas (ver capítulo 21). No último capítulo os autores demonstram a importância dos conhecimentos de biologia molecular - evolução para elaboração de estratégias de conservação da natureza, uma vez que, o principal componente da biodiversidade é o material genético. Os autores chamam a atenção para a importância de se estabelecer uma ligação emocional com a natureza, isso é, estimular o contato dos pesquisadores com o ambiente a ser protegido e a população local.

O livro é recomendado tanto a estudantes de graduação como em pós-graduação interessados em compreender os conceitos-chaves das disciplinas de biomoleculares, bem como compreender os processos nos meios que estes conhecimentos vem sendo construídos no cotidiano das academias de pesquisas brasileiras. Nas ciências biomoleculares a interdisciplinaridade é imprescindível, e este livro é um exemplo didático elegante de ensino-aprendizagem andrapedagógico (Carvalho, et al. 2011), pois traz inúmeras analogias, mapas conceituais, listagens de sites de aplicativos para as pesquisas na área, além do histórico da construção dos conceitos abordados. É o resultado do trabalho em equipe multidisciplinar do processo *know how* da construção do conhecimento sobre biologia evolutiva molecular. Um ponto-chave importante, é o fato dos autores atuarem na área trazendo para o livro

as suas experiências pesquisísticas, metodológicas e habilidades científicas, e assim, facilitando a transposição didática e a práxis andrapedagógica do ensino de biologia molecular e evolução. Esse livro é muito importante não só pelos suas contribuições para o ensino das disciplinas biomoleculares, mas como exemplo de trabalho multidisciplinar e interdisciplinar. Outros grupos de pesquisas, se seguirem, o exemplo dos autores deste livro também poderão trazer brilhantes e esclarecedoras contribuições para a qualificação das metodologias didáticas e dos processos de ensino de suas respectivas áreas de atuação.

BIBLIOGRAFIA

- Braun, S.; Humphreys, C.; Dale, T.C. Evolutionary Routes from a Prebiotic ANA-word. Communicative & Interactive Biology, Vol. 52: 199-202, 2012.
- Carvalho, J.A.; Marlene Pedrote De Carvalho, M.P.; Barreto, M. A. M.; Alves, F.A. Andragogia: Considerações Sobre a Aprendizagem do Adulto. Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente. REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente, Vol.3, N. 1: 78-90, 2010.
- Griffiths, A.; Wessler, S.R.; Lewontin, R.C.; Carroll, S.B. Introdução à Genética. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

Tanise Knakievicz,

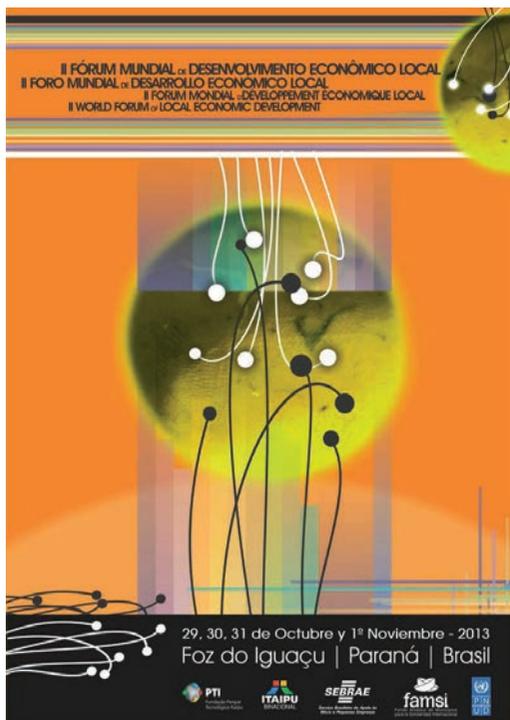
Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, Universidade Federal da Integração Latino-americana – UNILA, Brasil

2do Foro Mundial de Desarrollo Económico Local

II Fórum Mundial de Desenvolvimento Econômico Local

Fechas: 29 de octubre a 1 de noviembre de 2013

Lugar: ITAIPU, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil



ORGANIZADORES

- **ITAIPU Binacional - Parque Tecnológico de ITAIPU**
- **Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas (SEBRAE)**
- **Fondo Andaluz de Municipios para la Solidaridad internacional (FAMSI) / Ciudades y Gobiernos Locales Unidos (CGLU)**
- **Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) a través de la Iniciativa ART**

El Segundo Foro Mundial de Desarrollo Económico Local es parte de un proceso que se inició con los preparativos del Primer Foro Mundial de Agencias de Desarrollo Local “*Territorio, Economía y Gobernanza Local: nuevas miradas para tiempos de cambio*” que tuvo lugar en Sevilla en octubre del 2011. El I Foro reunió a 1,300 participantes provenientes de 47 países para intercambiar prácticas e instrumentos territoriales para el desarrollo económico local y explorar su relación con estrategias nacionales de desarrollo local y con el debate global sobre desarrollo humano sostenible. Cómo conjugar este debate con prácticas e instrumentos operativos para superar la brecha entre conceptualización y su aplicación en el terreno es un desafío que cobra cada vez mayor importancia y atención, tal y como lo demuestran eventos globales como el Foro Social Mundial (enero 2012), la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, Río+20 (junio 2012), y Africités (diciembre 2012), entre otros.

El objetivo principal del II Foro Mundial de Desarrollo Económico Local es de facilitar el diálogo y el intercambio entre actores locales, nacionales e internacionales sobre la eficacia e impacto del desarrollo económico local frente a los grandes desafíos de la época actual, a partir

de las prácticas existentes. Más específicamente, los objetivos del II Foro Mundial de Desarrollo Económico Local son:

- Facilitar un diálogo político internacional sobre Desarrollo Económico Local incluyendo a los actores públicos y privados.
- Promover la construcción de políticas públicas sobre Desarrollo Económico Local.
- Demostrar la relevancia del territorio y del Desarrollo Económico Local para un desarrollo integral, incluyendo los pilares económicos sociales y medioambientales.
- Presentar la necesidad de instrumentos de implementación de estrategias y planes de desarrollo económico local tales como las Agencias de Desarrollo Económico Local y las Agencias de Desarrollo Regional.

El Segundo Foro Mundial de Desarrollo Económico Local es parte de un proceso que se inició con los preparativos del Primer Foro Mundial de Agencias de Desarrollo Local “Territorio, Economía y Gobernanza Local: nuevas miradas para tiempos de cambio” que tuvo lugar en Sevilla en octubre del 2011. El I Foro reunió a 1,300 participantes

provenientes de 47 países para intercambiar prácticas e instrumentos territoriales para el desarrollo económico local y explorar su relación con estrategias nacionales de desarrollo local y con el debate global sobre desarrollo humano sostenible. Cómo conjugar este debate con prácticas e instrumentos operativos para superar la brecha entre conceptualización y su aplicación en el terreno es un desafío que cobra cada vez mayor importancia y atención, tal y como lo demuestran eventos globales como el Foro Social Mundial (enero 2012), la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, Río+20 (junio 2012), y Africités (diciembre 2012), entre otros.

PARTICIPANTES

Técnicos y políticos, sector privado, actores locales y representantes de distintos niveles de gobierno, de instituciones de promoción y apoyo al desarrollo local y organismos internacionales procedentes de los 5 continentes, con un equilibrio territorial, social y de género.

Fechas: 29 de octubre a 1 de noviembre de 2013

Informaciones: <http://www.foromundialdel.org/>, www.pti.org.br,
Email: santiago@pti.org.br

FORMATO DE SUSCRIPCIÓN

REVISTA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Journal of Science Education

Suscripción volumen 14, 2013 (2 números en CD)

Suscripción por año (2 números)

El precio es 64 US\$ para N. América y Europa (correo incluido); 53 US\$ para otros países (correo incluido)

Disponibles también los vol. 1, 2000, vol. 2, 2001, vol. 3, 2002, vol. 4, 2003, vol. 5, 2004, vol. 6, 2005, vol. 7, 2006, vol. 8, 2007, vol. 9, 2008, vol. 10, 2009, vol. 11, 2010, vol. 12, 2011, vol. 13, 2012 (N 1 y N 2 de cada volumen).

Revista Virtual (On Line). Todos los textos de los artículos de los volúmenes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 en Internet. Suscripción: en Colombia: \$ 98 000, en otros países: 120 US\$.

- a. para persona natural: \$ 25.000.00 pesos colombianos
- b. para institución: \$ 43 000.00 pesos colombianos.

Pago en Colombia:

consignar en la cuenta corriente número 16544886391 de BANCOLOMBIA, Revista de Educación de las Ciencias.

Pago para suscriptores fuera de Colombia:

- A. Hacer transferencia bancaria o giro bancario de la suma correspondiente BANK INFORMATION: Banco do Brasil, Foz de Iguacu, Estado Parana, Brazil, Agencia 3270-0 cuenta corr. 21686-0, name: Y. Orlik, JSE
Swift / ABA: BB New York BRASUS33 BB Curitiba (Brasil), BRASBRRJSBO
IBAN 001327000000216860
- B. Hacer el giro por Western Union, WU, a nombre de Y. Orlik, Director JSE, Brasil.
Favor enviar copia de comprobante de pago a la dirección: Revista de Educación en Ciencias,
e-mail: oen85@yahoo.com, <http://www.accefyn.org.co/rec>