

ENSINAR E APRENDER CIÊNCIAS NA UNIVERSIDADE SÉNIOR: CONCEÇÕES SOBRE POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS DA INVERSÃO DO CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE

Joana Faria¹; Alexandra Cardoso¹; Tiago Ribeiro¹; Ana Pinheiro^{2,3}; Clara Vasconcelos^{1,4}

¹Faculdade de Ciências da Universidade do Porto; ² Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti;

³Centro de Estudos em Desenvolvimento Humano da Universidade Católica Portuguesa; ⁴Instituto de Ciências da Terra, Pólo do Porto.
cvascon@fc.up.pt

Resumo

A promoção e o desenvolvimento da literacia científica consideram-se, cada vez mais, como aspetos fundamentais para a formação de cidadãos informados. No entanto, são vários os estudos que apontam o baixo nível de literacia científica entre os cidadãos seniores. Considerando o aumento da esperança média de vida em Portugal, as Universidades Sénior surgem como alternativas ocupacionais às gerações mais velhas, onde são desenvolvidas atividades que promovem o desenvolvimento científico e cultural dos seus associados. Apesar do esforço das instituições em promover a literacia científica, observa-se que os cursos associados às Ciências da Terra são escassos ou mesmo inexistentes.

No sentido de estudar as conceções dos cidadãos seniores relativamente às Ciências da Terra, e ao Campo Magnético Terrestre em particular, foi desenvolvido e aplicado um inquérito por questionário, com duas questões de tipo escolha múltipla, que contou com a participação de associados de uma Universidade Sénior localizada na cidade do Porto.

O questionário foi previamente validado por dois especialistas. Para a recolha de dados, a equipa de investigadores aplicou o questionário durante 5 dias (de uma mesma semana) a todos os associados que, voluntariamente, participaram no presente estudo, onde o tempo médio de resposta ao questionário não ultrapassou os 10 minutos. A amostra deste estudo é constituída por 23 indivíduos, com idades compreendidas entre os 53 e os 95 anos, sendo a média de idades de 72 anos, com 22 elementos do género feminino e apenas um do género masculino.

Os resultados permitiram identificar conceções dos cidadãos seniores, onde 74 % dos inquiridos afirmou considerar que uma inversão de campo magnético terrestre provocaria uma mudança no sentido do movimento relativo das placas tectónicas, e 87% (n=22) refere que a inversão do campo magnético influenciaria as rotas migratórias de alguns animais. A análise de resultados permitiu ainda concluir que não existem diferenças significativas entre as respostas dadas pelos diferentes grupos etários desta amostra.

O estudo evidenciou a iliteracia científica dos cidadãos seniores relativamente à temática em causa, o que poderá ser indicativo de que as Universidades Sénior poderiam beneficiar de um maior investimento na formação em áreas ligadas às Ciências da Terra.

Palavras-chave: Cidadão sénior; ciências.

Abstract

The promotion and the development of scientific literacy are increasingly seen as fundamental aspects to form informed citizens. However, there are several studies that denote the low level of scientific literacy amongst senior citizens. Considering the increase in the average life

expectancy in Portugal, Senior Universities emerge as occupational alternatives to the elder generations, where activities are carried out to promote scientific and cultural development of its associates. Despite the efforts of these institutions to promote scientific literacy, it was detected that the classes associated to Geosciences are scarce or even non-existent.

In order to study the conceptions of senior citizens regarding Earth Sciences, and the Earth Magnetic Field in particular, a survey was developed and applied with two multiple choice questions, with the participation of a Senior University located in the city of Porto.

The questionnaire used in the study was previously validated by two specialists. For the data collection, the team of researchers applied the questionnaire for 5 days (on the same week) to all members who voluntarily participated in this investigation, where the average time of response to the survey did not exceed 10 minutes. The sample of this study consists of 23 individuals, with ages ranging from 53 to 95, and age mean of 72 years, with 22 females and only one male.

The results allowed us to identify some conceptions, with 74% of respondents stating that an inversion of the earth's magnetic field would cause a change in the relative movement of tectonic plates, and 87% (n = 22) affirming that the inversion of earth's magnetic field would influence the migration patterns of some animals. The analysis of results also enabled us to conclude that there are no significant differences between the responses given by the different age groups of this sample.

This study illustrated the scientific illiteracy of senior citizens regarding the considered subject, which could be indicative that Senior Universities could benefit from a greater investment in teaching Earth Sciences related courses.

Keywords: Senior citizen; sciences.

Introdução

1. A literacia científica e as Universidades Sénior

A promoção e o desenvolvimento da literacia científica são, presentemente, dois objetivos claros do ensino das ciências nas escolas. Entende-se que um aluno de ciências deve compreender conceitos básicos de ciência, deve ser capaz de discutir as relações que se estabelecem entre ciência, sociedade e tecnologia e, mais ainda, deve compreender a natureza da ciência. No entanto, nas últimas décadas, o termo “literacia científica” começou também a ser utilizado para descrever a percepção/compreensão que a população em geral possui acerca da ciência (Carvalho, 2009). Cidadãos cientificamente literatos compreendem os valores da ciência, a sua aplicação na resolução de problemas e situações do quotidiano o que, em última análise, poderá propiciar uma participação cívica e política mais ativa. Embora Portugal tenha entrado no séc. XXI com baixos indicadores dos níveis de literacia científica, nos últimos anos tem-se registado um aumento significativo do conhecimento científico e da sua aplicação aos contextos do quotidiano, principalmente em jovens em idade escolar, atestado pela melhoria dos desempenhos dos alunos portugueses no PISA - *Programme for International Student Assessment* (Marôco, Gonçalves, Lourenço & Mendes, 2015). Contudo, as iniciativas de promoção e desenvolvimento da literacia científica incidem, preferencialmente, sobre a população mais jovem, pelo que os cidadãos seniores continuam a evidenciar um baixo nível de conhecimento científico.

Portugal regista a tendência europeia de aumento da esperança média de vida, o que se reflete no aumento do número de cidadãos da terceira idade. Esta nova geração sénior é mais saudável do que as gerações anteriores o que intensificou a procura pela educação, pelo que esta geração constitui agora “um novo público a educar”, evidenciando o novo rumo de “aprendizagem ao longo da vida” (*lifelong learning*) (Gonçalves, 2010).

As Universidades Seniores surgem, assim, como alternativas ocupacionais às gerações mais velhas, onde são facultados cursos e atividades que promovem o desenvolvimento científico e cultural dos seus associados. Segundo dados da RUTIS (Rede de Universidades Seniores), estima-se que existam atualmente mais de 38.000 seniores a frequentar estas instituições em Portugal. As disciplinas mais comuns são Português, Inglês, História, Pintura, Cerâmica e Ginástica (Gonçalves & Neto, 2013). Apesar do esforço das instituições em promover o desenvolvimento da literacia dos seus alunos, observa-se que os cursos associados às ciências, e em particular às ciências da Terra, são escassos ou mesmo inexistentes em algumas instituições.

2. O Campo Magnético Terrestre

O campo magnético terrestre influencia, constantemente, a vida na Terra, sendo essencial para a vida no planeta. Este campo magnético cria uma barreira que protege o planeta dos ventos e tempestades solares (que emitem radiação extremamente energética e que poderia ser letal para a espécie humana e para a vida no planeta). Apesar da sua relevância, a sua existência e significado não parecem fazer parte do domínio do conhecimento público, motivo que nos moveu a estudar esta temática entre alunos de Universidades Seniores.

O magnetismo terrestre é atribuído a enormes correntes elétricas que são geradas no núcleo do planeta, constituído por ferro e níquel. O fluído do núcleo externo move-se em torno do núcleo interno (sólido), gerando correntes elétricas e por consequência um campo magnético – Teoria do Dínamo (Berge, Pomeau & Dubois-Gance, 1996; Gubbins, 2008; McFadden, Merrill, McElhinny & Lee, 1991).

Ao longo da história do planeta ocorreram diversas inversões do campo magnético terrestre, evidenciadas pelo registo geológico. A última inversão de campo magnético ocorreu há cerca de 786.000 anos (Sagnotti et al., 2014), também denominada de transição Matuyama-Brunhes. As inversões de polaridade magnética são aperiódicas, tendo a taxa de inversão do campo magnético variado ao longo de milhares de anos (Figura 1).

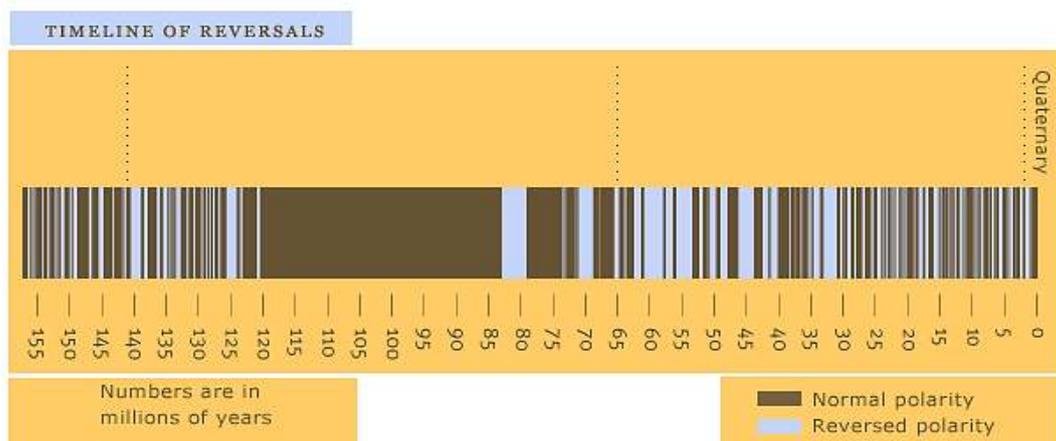


Figura 1. Inversões de polaridade magnética nos últimos 155 milhões de anos (adaptado de <http://www.pbs.org/wgbh/nova/magnetic/timeline.html>).

A inversão de polaridade não é imediata, existindo um período transitório de extrema instabilidade do campo magnético. Dada a elevada instabilidade do campo magnético aquando da inversão, o planeta torna-se mais suscetível à entrada de radiação, o que poderá levar ao aumento da taxa de mutações. Alguns estudos apontam que as inversões de campo magnético podem atuar como uma força seletiva, o que terá influenciado o processo evolutivo das espécies (Hays, 1971; Wei et al., 2014).

Dado que a espécie humana nunca presenciou uma inversão de polaridade magnética, as consequências só podem ser inferidas, maioritariamente, a partir da análise de dados da geologia e da paleontologia. O registo fóssil, por exemplo, não revela alterações significativas na vida de animais e plantas após a ocorrência da última inversão do campo magnético terrestre. Sondagens realizadas às rochas sedimentares dos fundos oceânicos permitiram, por outro lado, avaliar as alterações sofridas nos glaciares, com base no conteúdo de isótopos de oxigénio presentes nas amostras. O registo sedimentar evidenciou que não ocorreram mudanças ao nível dos glaciares o que realça que as inversões de polaridade não interferem com a inclinação do eixo de rotação da Terra uma vez que essa inclinação condiciona, em parte, o clima e as glaciações (NASA, 2012).

As rotas migratórias de alguns animais também seriam afetadas pela alteração da polaridade do campo magnético uma vez que diversos organismos utilizam o campo magnético terrestre como sistema de orientação (Belova & Acosta-Avalos, 2015; Tyson, 2011; Shemyakin & Tsygankov, 2009).

Durante os períodos de inversão, o planeta fica mais desprotegido das radiações solares, capazes de interferir com cabos de transmissão de energia, satélites e telecomunicações (Shemyakin & Tsygankov, 2009), podendo mesmo provocar um apagão generalizado (BBC, 2014).

O campo magnético terrestre influencia o planeta e todos os seus subsistemas, bem como os elementos que os integram, o que atesta a relevância do seu estudo na formação de cidadãos cientificamente literatos. No caso português, em particular, o estudo do campo magnético reveste-se de maior valor já que terá sido um português o primeiro a representar linhas de campo magnético (linhas isogónicas) numa carta náutica. O matemático Luís Teixeira construiu,

em 1585, um mapa onde constam linhas que unem pontos com a mesma declinação magnética, o que evidenciou que o campo magnético envolve todo o planeta. O primeiro mapa com representação do campo magnético era atribuído a Edmond Halley, em 1701, mas a recente descoberta da carta de 1585 reivindica o feito para o matemático português (Firmino, 2016).

Assim, o presente estudo pretende avaliar os níveis de literacia científica dos cidadãos que frequentam uma universidade sénior através das conceções dos mesmos, relativamente às Ciências da Terra, com o caso particular das inversões do campo magnético terrestre. Em última análise, visa-se compreender se a introdução de atividades direcionadas para o ensino das ciências poderá colmatar algumas lacunas na formação da terceira idade e se essas atividades vão (ou não) de encontro aos interesses demonstrados pelos associados, com o objetivo último de aumentar os níveis de literacia científica e cultural dos cidadãos.

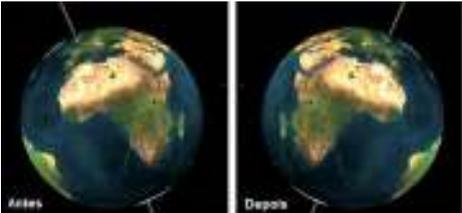
Metodologia

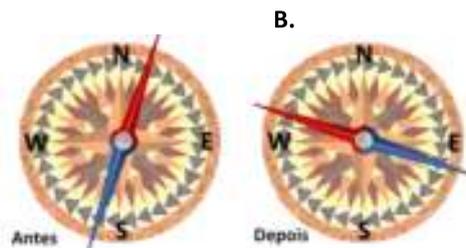
No sentido de estudar as conceções dos cidadãos seniores relativamente às Ciências da Terra, e ao Campo Magnético Terrestre em particular, foi desenvolvido e aplicado um inquérito por questionário, com duas questões de tipo escolha múltipla, que contou com a participação de associados de uma Universidade Sénior localizada na cidade do Porto.

A instituição onde teve lugar o levantamento de dados é uma entidade sem fins lucrativos que desde 2010 dinamiza atividades culturais e recreativas para a população sénior. Trata-se de um espaço que concilia a aprendizagem com a promoção de relações e entretenimento. No período de recolha de dados não existia na instituição qualquer dinâmica relacionada com as ciências pelo que percebemos que os dados recolhidos não foram influenciados por qualquer aprendizagem mais recente sobre a temática.

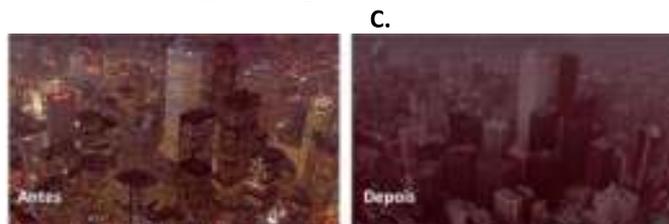
O questionário (Quadro 1) foi previamente validado por dois especialistas. Deste, constava uma breve introdução com algumas instruções, seguindo-se as duas questões de escolha múltipla. A primeira questão (Q1) exigia a análise de diferentes afirmações, por oposição à questão seguinte (Q2) onde era pedido aos inquiridos que analisassem pares de imagens.

Quadro 3. Questionário utilizado para recolha de dados na Universidade Sénior.

| Questões | Opções de resposta |
|---|---|
| <p>Q1</p> <p>Se ocorresse uma inversão do campo magnético terrestre seria provável que... (assinale com um X a(s) opção(ões) que consideras correta(s))</p> | <p>A. a rotação da Terra também se invertesse, passando a ocorrer no sentido horário.</p> <p>B. os dispositivos eletrónicos atuais deixassem de funcionar.</p> <p>C. a espécie humana se extinguisse.</p> <p>D. os continentes se separassem e as placas tectónicas se movessem em sentidos opostos aos atuais.</p> <p>E. as rotas migratórias de alguns animais sofressem alterações.</p> |
| <p>Q2</p> <p>Considere que ocorreu uma inversão do campo magnético terrestre. Assinale com um X o(s) par(es) de imagens que representa(m) consequências prováveis da completa inversão do campo magnético terrestre.</p> | <p>A.</p>  <p>(Antes da inversão: inclinação atual do eixo de rotação da Terra; Depois da inversão: a inclinação do eixo de rotação ficaria com uma inclinação simétrica à atual)</p> |



(Antes da inversão: agulha magnética da bússola aponta para norte;
Depois da inversão: agulha magnética da bússola aponta para oeste)



(Antes da inversão: Rede elétrica a funcionar numa grande cidade;
Depois da inversão: Rede elétrica pode deixar de funcionar e ocorre um “apagão”)

O questionário foi administrado durante cinco dias (de uma mesma semana) a todos os associados que, voluntariamente, participaram no estudo, onde o tempo médio de resposta ao questionário não ultrapassou os 10 minutos. Os questionários foram preenchidos nos intervalos entre as diferentes aulas.

De forma a melhor caracterizar a nossa amostra, cada um dos participantes facultou informações adicionais relativas à idade, ao nível de habilitações literárias, à(s) atividade(s) profissional(ais) anterior(es) à reforma e, por fim, foi pedido o estado civil de cada elemento participante. Questionamos, ainda, cada inquirido no sentido de perceber se, presentemente, consideravam ter (ou não) uma vida ativa.

A amostra deste estudo é constituída por 23 indivíduos, com idades compreendidas entre os 53 e os 95 anos, sendo a média de idades de 72 anos, com 22 elementos do género feminino e apenas um do género masculino. Todos os participantes são reformados, não exercendo atualmente nenhuma atividade profissional.

Os níveis de escolaridade dos inquiridos e as profissões que os mesmos exerceram anteriormente à reforma encontram-se compilados no Quadro 2.

Quadro 4. Caracterização da amostra quanto ao nível de escolaridade e profissões previamente exercidas.

| | Classificação | n |
|------------------------------|---|----|
| Profissão anterior à reforma | Representantes do poder legislativo e de órgãos executivos, dirigentes, diretores e gestores executivos | 1 |
| | Especialistas das atividades intelectuais e científicas | 12 |
| | Técnicos e profissões de nível intermédio | 1 |
| | Pessoal administrativo | 4 |
| | Trabalhadores qualificados da indústria, construção e artífices | 3 |
| | Operadores de instalações e máquinas e trabalhadores da montagem | 1 |
| | Trabalhadores não qualificados | 3 |

| | | |
|-------------------------|---|---|
| | 1º Ciclo do Ensino Básico | 2 |
| | 2º e 3º Ciclos do Ensino Básico e Ensino Secundário | 8 |
| Habilitações literárias | Bacharelato | 3 |
| | Licenciatura | 9 |
| | Mestrado | 1 |

Nota: Alguns participantes indicaram mais do que uma profissão.

É ainda importante referir que 82,6% dos participantes considera, mesmo após terem dado por terminadas as carreiras profissionais, viver uma vida ativa.

Discussão dos resultados

Os resultados do estudo encontram-se compilados no Quadro 3. Na primeira questão, as opções B e E espelhavam consequências prováveis de uma inversão do campo magnético terrestre. Considera-se, por isso, uma resposta *correta* se os indivíduos tiverem apenas selecionado as referidas opções, uma resposta *parcialmente correta* se os indivíduos assinalarem, em conjunto, opções certas e erradas e, por fim, considera-se uma resposta *errada* quando apenas foram assinaladas afirmações que não se afiguram como consequências prováveis de uma inversão do campo magnético (opções A, C e D).

Na segunda questão, considera-se resposta *correta* se apenas tiver sido assinalada a opção C, opção que apresenta um conjunto de imagens que pretende representar uma possível interferência da inversão de campo magnético na rede elétrica de uma dada cidade. Se um participante assinalar apenas as opções A e B, então a resposta é considerada *errada* e, por fim, se foram assinaladas opções erradas juntamente com a opção C, então a resposta será considerada *parcialmente correta*.

Quadro 5. Síntese dos resultados da aplicação do questionário a alunos de uma Universidade Sénior.

| | | Opções Selecionadas | | | | | Tipologia da Resposta | | |
|----|---|---------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|-----------------------|--------|
| | | A | B | C | D | E | Correta | Parcialment e correta | Errada |
| Q1 | n | 9 | 12 | 7 | 17 | 20 | 1 | 19 | 3 |
| | % | 39,13 | 52,17 | 30,43 | 73,91 | 86,96 | 4,35 | 82,61 | 13,03 |
| Q2 | n | 12 | 17 | 14 | NA | NA | 2 | 12 | 9 |
| | % | 52,17 | 73,91 | 60,87 | NA | NA | 8,70 | 52,17 | 39,13 |

Nota: n- número de indivíduos que selecionaram a opção; NA – Não aplicável

Em ambas questões há um predomínio das respostas do tipo *parcialmente correta*, o que atesta a existência de conceções alternativas entre os participantes do estudo. Apenas um elemento da amostra respondeu acertadamente às duas questões colocadas no questionário.

No entanto, é de notar que quase 87% dos participantes selecionou como possível consequência da inversão do campo magnético a alteração das rotas de migração de alguns animais (opção E). Por oposição, cerca de 74% dos inquiridos admite como consequência possível da inversão magnética a alteração do sentido de movimento das placas tectónicas, isto é, admite que, após uma inversão de campo magnético, duas placas que agora se afastam (divergem) passariam a deslocar-se no sentido convergente.

Na segunda questão, a opção B foi a mais selecionada pelos elementos da amostra o que atesta algum desconhecimento sobre os mecanismos inerentes ao funcionamento de uma bússola.

É de relevar que a Q2 foi a questão de mais difícil interpretação, onde todos os inquiridos necessitaram de auxílio para codificarem o que estava a ser representado pelas imagens, mesmo após a breve explicação que se encontra abaixo de cada par de imagens (ver Quadro 1).

Conclusões

O estudo evidenciou a iliteracia científica dos cidadãos seniores relativamente à temática em causa, o que poderá ser indicativo de que as Universidades Sénior beneficiariam de um maior investimento na formação em áreas ligadas às Ciências da Terra. Os seniores inquiridos revelaram, contudo, interesse na temática em causa e na possibilidade de contruir saberes ligados às Ciências da Terra.

É de reiterar que, apesar de se tratarem de cidadãos reformados, a maioria dos inquiridos considera ter uma vida ativa e considera fundamental a contínua aprendizagem mesmo numa fase mais tardia da vida, o que atesta a importância de ampliar a oferta de cursos das Universidades Seniores, de forma a mitigar as lacunas atualmente detetadas e garantindo um ensino mais inclusivo, que responda aos interesses e necessidades dos seus associados.

Referências bibliográficas

- BBC (2014). *The planet's magnetic field is becoming less stable. In the distant past it reversed direction every 5 million years, but now it does so every 200,000 years.* Retirado de <http://www.bbc.com/earth/story/20141110-earths-magnetic-field-flips-more>
- Belova, N., & Acosta-Avalos, D. (2015). The effect of extremely low frequency alternating magnetic field on the behavior of animals in the presence of the geomagnetic field. *Journal of Biophysics*, 1-8.
- Bergé, P., Pomeau, Y., & Dubois-Gance, M. (1996). *Dos ritmos ao caos (trad.)*. Fundação Editora Unesp.
- Carvalho, G. (2009). Literacia científica: conceitos e dimensões. Azevedo, F. & Sardinha, M.G. (Coord.) *Modelos e práticas em literacia* (pp.179-194). Lisboa: Lidel.
- Firmino, T. (2016). É a primeira bolsa europeia para a história da cartografia. E vem para Portugal. *Público*. Retirado de <https://goo.gl/zVxMzi>
- Gonçalves, C. (2010). Sabedoria e Educação: um estudo com adultos da Universidade Sénior (Dissertação de Mestrado]. Coimbra: Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra.
- Gonçalves, J., & Neto, F. (2013). Influência da frequência de uma Universidade Sénior no nível de solidão, autoestima e redes de suporte social. *Revista Eletrónica de Psicologia, Educação e Saúde*, 1, 69-92.
- Gubbins, D. (2008). Earth science: Geomagnetic reversals. *Nature*, 452(7184), 165-167.
- Hays, J. (1971). Faunal extinctions and reversals of the Earth's magnetic field. *Geological Society of America Bulletin*, 82(9), 2433-2447.
- Marôco, J., Gonçalves, C., Lourenço, V., & Mendes, R., (2015). *PISA 2015 – PORTUGAL, Volume I: Literacia Científica, Literacia de Leitura e Literacia Matemática*. Lisboa: IAVE. Retirado de http://iave.pt/np4/file/310/Relatorio_PISA2015.pdf
- McFadden, P., Merrill, R., McElhinny, M., & Lee, S. (1991). Reversals of the Earth's magnetic field and temporal variations of the dynamo families. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 96(B3), 3923-3933.
- NASA - National Aeronautics and Space Administration (2012). *Magnetic Pole Reversal Happens All The (Geologic) Time*. Retirado de <https://www.nasa.gov/topics/earth/features/2012-poleReversal.html>
- Sagnotti, L., Scardia, G., Giaccio, B., Liddicoat, J., Nomade, S., Renne, P., & Sprain, C. (2014). Extremely rapid directional change during Matuyama-Brunhes geomagnetic polarity reversal. *Geophysical Journal International*, 199(2), 1110-1124.

- Shemyakin, E., & Tsygankov, S. (2009). Changes in the Earth's Magnetic Field: Causes and Possible Consequences. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 79(11), 558-563. doi: 10.1134/S1019331609060070.
- Tyson, P. (2011). Animal Magnetism. NOVA online. Retirado de <http://www.pbs.org/wgbh/nova/nature/magnetic-impact-on-animals.html>
- Wei, Y., Pu, Z., Zong, Q., Wan, W., Ren, Z., Fraenz, M., ... & Hong, M. (2014). Oxygen escape from the Earth during geomagnetic reversals: implications to mass extinction. *Earth and Planetary Science Letters*, 394, 94-98.

A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM EM MUSEUS DE CIÊNCIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Vanessa Souza; Vitor Bonifácio; Ana V. Rodrigues

*Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores; Universidade de Aveiro
vmsouza@ua.pt*

Resumo

A tarefa de avaliar como ocorre a aprendizagem nos museus de ciência pode tornar-se desafiadora ao exigir a compreensão de múltiplos fatores como, por exemplo, os interesses, motivações e conhecimentos prévios do visitante; as experiências em grupo e convívio social dentro do museu; a arquitetura e organização das temáticas. Neste artigo, apresenta-se uma revisão da literatura recente com o objetivo de perceber que procedimentos metodológicos estão a ser adotados nas investigações da área de educação de ciências sobre a avaliação da aprendizagem em museus. Para isso, efetuou-se uma busca em cinco bases de dados com as palavras-chave “avaliação”, “aprendizagem” e “museus” nos idiomas português e inglês, sendo encontradas 1.182 publicações, no período de 2000 a 2015. Após leitura dos resumos, selecionaram-se oito artigos que abordam especificamente a avaliação das aprendizagens decorrentes de uma visita a um museu de ciência. Para análise dos dados, adotou-se a técnica de análise de conteúdo estabelecendo-se as seguintes categorias definidas a priori: abordagem do estudo; técnicas e instrumentos de recolha dos dados; processamento dos dados; e síntese dos resultados. Verificou-se que as investigações inseridas no paradigma quantitativo (três artigos) procuram medir os resultados das aprendizagens – por exemplo, ao estimar a compreensão das temáticas pelos visitantes ao saírem do museu considerando a aquisição ou ampliação de conhecimentos científicos. Por outro lado, as investigações de cariz qualitativo (dois artigos) analisam os processos envolvidos na experiência museal – tais como aspectos afetivos, lúdicos e sociais influenciados pela percepção, emoção e memória do visitante, compreendendo que a aprendizagem envolve outros aspetos para além dos conteúdos relacionados com a visita. Todavia, investigações que adotaram uma abordagem complementar, integrando métodos quantitativos e qualitativos (três artigos), compreenderam que a ocorrência de aprendizagem estava relacionada com uma gama de fatores inter-relacionados, como interesses, conhecimentos, opiniões e motivações, entendendo-a tanto como um processo, mas também como um produto. A análise efetuada indica que a estratégia de avaliação aplicada pelos investigadores está intrinsecamente associada à sua conceção sobre a natureza das aprendizagens proporcionadas pelos museus de ciência.

Palavras-Chave: aprendizagem em museus; avaliação; revisão da literatura.

Abstract

The task of assessing learning in science museums is challenging since it implies understanding a multiplicity of factors such as interests, motivations and visitor’s prior knowledge; group experiences and social interactions within the museum; and content organization. In this article, we reviewed recent publications to verify currently adopted methodological procedures used by science education researchers to evaluate learning in science museums. We queried five databases with the keywords “evaluation”, “learning” and “museums” in Portuguese and English languages. From 2000 to 2015 we found 1,182 publications of which only eight articles (four in Portuguese and four in English) specifically assess science museum visitor’s learning. Content analysis technique was used with the following a priori defined categories: study approach; data

collection techniques and tools; data processing; and result synthesis. We realized that researchers that embraced a quantitative paradigm (three articles) tried to measure learning results - for example, by estimating visitor understanding of the subjects at the museum exit, considering scientific knowledge gain or increase. The qualitative investigations (two articles) analysed of the processes involved in the museum experience - as affective, playful and social aspects influenced by the visitor perceptions, emotions and memories, understanding that learning also involves other aspects rather than visit related content. Investigations that adopted a complementary approach, integrating quantitative and qualitative methods (three articles), understood that learning relates to a range of interrelated factors such as interests, knowledge, opinions and motivations, considered it a process and a product. This analysis suggests that the evaluation strategy applied by researchers is intrinsically associated with their assumptions about the nature of learning occurring at science museums.

Keywords: learning in science museums; learning assessment; literature revision.

Introdução

A aprendizagem em museus de ciências tem sido tema de estudo em diversas investigações voltadas aos contextos não-formais de educação (Bossler & Nascimento, 2013; Ovigli, 2015). A partir da década de 1990, estudos acerca da aprendizagem em museus se intensificaram e atingiram contornos específicos (Falcão, Alves, Krapas, & Colinviaux, 2003). Investigações sobre a aprendizagem em grupos familiares (Haden, 2010), padrões de interação (Falcão, 1999), aprendizagem por meio de modelos mentais e modelagem (Falcão et al., 2003) e a natureza do processo de aprendizagem nesses espaços (Falk & Storksdieck, 2005) demonstram o avanço qualitativo relacionado ao tema.

Para Falk e Dierking (2000), uma experiência no museu de ciências baseia-se na teoria de *free-choice learning*, na qual o visitante tem a escolha e o controle sobre o que quer ver e o quanto quer aprender durante a visita. Por essa razão, os autores afirmam que a aprendizagem em museus é distinta, dependente das condições em que ela ocorre e de uma gama de fatores, relacionados com os interesses, motivações e conhecimentos prévios do indivíduo; as experiências em grupo e o convívio social dentro do museu; e com a arquitetura e organização do ambiente. Nessa perspectiva, diversos autores (por exemplo, Falk & Dierking, 1992, 2000; Rodrigues, 2011) defendem que a aprendizagem de conceitos não é a única que ocorre e, que nesses espaços, também são desenvolvidos aspectos afetivos, sociais e culturais.

Ainda, para compreender como ocorre a aprendizagem em uma vivência museal, é necessário olhar para além das experiências vividas durante a visita, percebendo-a como um processo complexo, constituído ao longo do tempo. Conforme Falk e Dierking (2012), as evidências da aprendizagem gerada por uma visita ao museu de ciências podem tornar-se aparentes semanas, meses e até mesmo anos após a experiência.

Assim, a tarefa de avaliar *como* ocorre a aprendizagem nos museus é bastante desafiadora e exige a compreensão desse conjunto de fatores, bem como necessita ocorrer por meios específicos, isto é, com estratégias, instrumentos e técnicas bem definidas que permitam a recolha, observação e análise dos dados, de modo a organizar a complexidade da educação em contextos não-formais.

Diante destas considerações, este artigo tem por objetivo identificar e analisar produções bibliográficas sobre o tema da avaliação da aprendizagem em museus de ciências, buscando o entendimento sobre como esse campo de investigação vem sendo compreendido, nomeadamente ao que se refere aos procedimentos metodológicos adotados pelos investigadores da área. Para isso, realizou-se uma revisão sistemática da literatura (Bryman, 2012), de maneira a identificar nas produções bibliográficas as principais abordagens metodológicas utilizadas.

Metodologia

O estudo orientou-se nas recomendações de Bryman (2012) para a realização de revisões sistemáticas da literatura.

1. *Definir o objetivo e o escopo da revisão:* o estudo teve como objetivo perceber os procedimentos metodológicos que estão a ser adotados nas investigações da área de educação de ciências sobre a avaliação da aprendizagem em museus. Para esse fim, definiram-se os seguintes critérios de seleção/exclusão dos artigos a serem analisados: a) investigações publicadas entre os anos 2000 e 2015; b) trabalhos de avaliação da aprendizagem ocorrida numa visita ao museu de ciências; e c) investigações que incluíssem a componente de avaliação da aprendizagem ao longo do tempo.

2. *Procurar estudos relevantes para o escopo da revisão:* para compor o *corpus* de análise deste estudo foram definidos inicialmente os termos da pesquisa nas seguintes palavras-chave: “avaliação”, “aprendizagem” e “museus”. Após esta etapa, realizou-se a procura dos artigos nas bases de dados *Scopus*, *JSTOR*, Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal [RCAAP] e *Scielo*. Recorreu-se ainda ao recurso integrado da *b-on*. A pesquisa das palavras-chave foi limitada aos resumos e aplicada nos idiomas português e inglês.

3. *Avaliar os estudos da etapa 2:* foram localizadas 1.182 publicações, sendo selecionados, após a aplicação dos critérios de seleção/exclusão, oito artigos (quatro em língua portuguesa e quatro em inglesa), publicados entre 2003 e 2015 (Falk & Gillespie, 2009; Falk & Storksdieck, 2010; Holmes, 2011; Oliveira et al., 2014; Pereira & Coutinho-Silva, 2010; Price, Lee, Subbarao, Kasal, & Aguilera, 2015; Rocha, Lemos, & Schal, 2010; Stuchi & Ferreira, 2003). A partir deste momento, os artigos analisados serão referenciados por uma codificação da forma A-1, A-2, etc., no qual “A” corresponde à palavra “Artigo” e o número que o acompanha diz respeito à ordem de análise (ver anexo).

4. *Analisar cada estudo e sintetizar os resultados:* para a análise dos dados, recorreu-se à técnica de análise de conteúdo, assumindo-se um sistema de categorias definidos *a priori*: abordagem do estudo; técnicas e instrumentos de recolha dos dados; processamento dos dados; e síntese dos resultados das investigações.

Discussão dos resultados

Foi possível, a partir da análise realizada, diferenciar os artigos quanto ao modo de **abordagem de estudo** desenvolvido pelos investigadores – abordagem quantitativa, qualitativa ou mista.

Torna-se necessário examinar atentamente a conceção de aprendizagem assumida nestas investigações para, posteriormente, compreender a escolha da abordagem de estudo. As

investigações que escolheram como abordagem de estudo apenas o modelo quantitativo (artigos A-2, A-6 e A-8) consideraram como aprendizagem decorrente da atividade desenvolvida no museu de ciências a aquisição ou ampliação de conteúdo. Por outro lado, as investigações que adotaram um caráter unicamente qualitativo (artigos A-1 e A-3) evidenciaram o entendimento de que a aprendizagem emerge da interação entre indivíduos e é estabelecida no meio social. Estudos de natureza qualitativa “consideram que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito” (Vilelas, 2009, p. 105) e esse tipo de abordagem foi utilizada pelos investigadores para explorar o comportamento, as perspectivas e as experiências dos sujeitos de estudo.

As demais investigações (A-4, A-5 e A-7) optaram por seguir uma abordagem complementar, integrando os métodos quantitativo e qualitativo. Nesses artigos a ocorrência de aprendizagem estava relacionada com uma gama de fatores, como exemplificado no extrato do artigo A-4: “[...] *appreciation that free-choice learners enter any learning experience with well-formed interests, knowledge, opinions, and motivations, all of which may directly affect learning*” (p. 194). De acordo com Vilelas (2009), o emprego associado das duas abordagens possibilita ao investigador minimizar a subjetividade, assim como aproximar-se do fenômeno observado.

Em relação à escolha das **técnicas e instrumentos de recolha de dados**, foram identificados o uso de três instrumentos de recolha das informações sobre aprendizagem: observação, questionário/teste e entrevista.

O uso da observação como técnica de recolha de dados foi adotado por apenas um dos artigos analisados (A-4) com o objetivo de selecionar, registrar e codificar um conjunto de comportamentos apresentados pelos sujeitos investigados durante a visita ao museu de ciências.

Todos os artigos utilizaram questionários e entrevistas para a recolha de informação nas suas investigações, porém a aplicação de cada instrumento ocorreu em momentos distintos em cada uma das publicações. As entrevistas foram utilizadas em momentos anteriores e imediatamente após a visita (A-1, A-2, A-4 e A-5). Ainda, foram realizadas entrevistas como instrumento de verificação da existência de aprendizagem em longo prazo, efetuadas transcorridos 4 meses a 2 anos das atividades no museu (A-1, A-2, A-3, A-4 e A-5).

De maneira similar, questionários/testes também foram aplicados instantes antes (A-1, A-2, A-3, A-5, A-6, A-7, A-8) e após (A-3, A-6, A-7 e A-8) a visita, seja para caracterizar os sujeitos, identificar conhecimentos prévios ou medir níveis de motivação. Também, uma investigação (A-7) utilizou um questionário como meio de avaliar a aprendizagem dos sujeitos durante a visita ao museu de ciências.

Nomeadamente ao método de **processamento de dados**, as investigações que processaram seus dados segundo a análise quantitativa (A-2, A-4, A-5, A-6, A-7 e A-8) utilizaram a estatística descritiva para apresentação e organização do conjunto de informações obtidas. Assim, os artigos retratam quadros, tabelas, indicadores numéricos e distribuição de frequências. Por outro lado, os estudos realizados sob a perspectiva da análise qualitativa (A-1, A-3, A-4, A-5 e A-7) sugeriram a adoção da técnica de análise de conteúdo, embora não tenham mencionado o referencial teórico utilizado.

No que diz respeito à **análise e síntese dos resultados**, os estudos de caráter quantitativo indicaram a ocorrência de aprendizagem (em aspetos como emoção, motivação e ampliação de conhecimentos), embora destaquem que aspetos isolados não são suficientes para explicar a evidência de aprendizagem, conforme explicitado no artigo A-2:

This research study provides evidence that a particularly arousing experience like the *Goose Bumps* exhibition not only can create elevated emotions amongst visitors but that this arousal might result in long-term positive changes in visitors' cognition, attitudes and behavior. The positive results from this study should not be construed as proving that emotion in general enhances learning, but rather seen as a first step in making those linkages (p. 128).

Sob outro ponto de vista, as investigações realizadas utilizando uma abordagem qualitativa permitiram interpretar as relações de comportamento, interações sociais e culturais, possibilitando a compreensão de resultados, como os apontados no artigo A-7: *“O procedimento e a dinâmica desenvolvidos durante as visitas foram capazes de proporcionar ganhos afetivos e cognitivos aos alunos visitantes”* (p. 242). Aspetos como o gostar e sentimentos como entusiasmo, motivação, expectativas e interesse na aprendizagem das ciências foram alguns exemplos de ganhos afetivos e cognitivos identificados nos artigos analisados.

Todas as investigações mencionaram evidências, mesmo que por vezes pequenas, de permanência da aprendizagem após o tempo estabelecido, conforme fragmento do artigo A-3: *“Constatamos após quatro meses da realização da exposição na escola, que muitos detalhes sobre o funcionamento de cada experimento, além dos princípios da óptica contemplados por esses experimentos ainda estavam na memória dos participantes da pesquisa”* (p. 3402-10).

Em síntese, os resultados apresentados nas investigações analisadas ressaltam a importância de desenvolver atividades em museus de ciências, tanto no que diz respeito ao impacto afetivo, emocional e social quanto à produção de conhecimento que tais espaços podem proporcionar. Concluímos, ainda, que a estratégia de avaliação empregada pelo investigador está intrinsecamente associada à sua concepção da natureza da aprendizagem proporcionada por esses sítios. Investigações que abordaram a experiência no museu como uma possibilidade de aprendizagem de conteúdos, de uma forma mais profunda e mais significativa, adotaram estratégias de avaliação suportadas por técnicas de estudos quantitativos. Sob outra perspectiva, as investigações que incluíram em suas concepções de aprendizagem a partir de uma vivência no museu como oportunidade de desenvolvimento de conhecimentos conceptuais, capacidades, atitudes e valores, utilizaram uma combinação dos métodos quantitativos e qualitativos ou um tratamento exclusivamente qualitativo para os seus dados.

Conclusões

Este estudo teve por objetivo identificar e analisar produções bibliográficas acerca do tema da avaliação da aprendizagem em museus de ciências, de modo a perceber como essa temática vem sendo abordada pelos investigadores da área. A análise dos artigos permitiu estabelecer uma relação entre metodologias quantitativas e qualitativas. Se por um lado as investigações quantitativas procuram medir os resultados das aprendizagens – por exemplo, ao estimar a compreensão das temáticas pelos visitantes ao saírem do museu considerando a aquisição ou ampliação de conhecimentos científicos -, por outro as investigações qualitativas analisam a percepção dos processos envolvidos na experiência museal – como aspetos afetivos, lúdicos e sociais, compreendendo que a aprendizagem envolve também outros aspetos além dos

conteúdos relacionados com a visita. Paralelo a isso, investigações que adotaram uma abordagem complementar, integrando métodos quantitativos e qualitativos, compreenderam que a ocorrência de aprendizagem estava relacionada com uma gama de fatores inter-relacionados, como interesses, conhecimentos, opiniões e motivações, entendendo-a tanto como um processo, mas também como um produto.

Se o propósito da educação em museus de ciências é o desenvolvimento de um pensamento criativo e reflexivo, atento aos avanços da ciência e da tecnologia, isto implica não somente selecionar conceitos e competências para serem trabalhados nas exposições e nos visitantes aquando uma visita ao museu de ciências, mas repensar de modo amplo as diversas dimensões dos processos de ensino e aprendizagem, integrando as práticas de avaliação das ações realizadas nesses espaços.

Referências bibliográficas

- Bossler, A. P., & Nascimento, S. S. (2013). Modus operandi do professor em situação de visita a espaços museais: práticas e ritos preparatórios, ao longo e após a realização da visita. *Ensino Em Re-Vista*, 20(1), 95–110.
- Bryman, A. (2012). *Social Research Methods* (4th Edition). Oxford: Oxford University Press.
- Falcão, D. (1999). *Padrões de interação e aprendizagem em museus de ciência*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Retrieved from http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/1999_SILVA_D_UFRJ.pdf
- Falcão, D., Alves, F., Krapas, S., & Colinvaux, D. (2003). Museu de Ciência, Aprendizagem e Modelos Mentais: Identificando Relações. In G. Gouvêa, M. Marandino, & M. C. Leal (Eds.), *Educação e Museu: A Construção Social do Caráter Educativo dos Museus de Ciência*. (pp. 185–206). Rio de Janeiro: Access.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (1992). *The museum experience*. Washington, DC: Whalesback Books.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2000). *Learning from Museums: visitor Experiences and the Making of Meaning*. Boston/Maryland: Altamira Press.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2012). *The Museum Experience Revisited*. Oxford: Routledge.
- Falk, J. H., & Gillespie, K. L. (2009). Investigating the Role of Emotion in Science Center Visitor Learning. *Visitor Studies*, 12(2), 112–132. <http://doi.org/10.1080/10645570903203414>
- Falk, J. H., & Storksdieck, M. (2005). Learning science from museums. *Historia, Ciências, Saude-Manguinhos*, 12(supplement), 117–143. <http://doi.org/10.1590/S0104-59702005000400007>
- Falk, J. H., & Storksdieck, M. (2010). Science learning in a leisure setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(2), 194–212. <http://doi.org/10.1002/tea.20319>
- Haden, C. a. (2010). Talking about science in museums. *Child Development Perspectives*, 4(1), 62–67. <http://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2009.00119.x>
- Holmes, J. a. (2011). Informal learning: Student achievement and motivation in science through museum-based learning. *Learning Environments Research*, 14, 263–277. <http://doi.org/10.1007/s10984-011-9094-y>
- Oliveira, G. C. da G. de, Turci, C. C., Teixeira, B. M., Silva, E. M. de A., Garrido, I. S., & Moraes, R. S. (2014). Visitas guiadas ao Museu Nacional: interações e impressões de estudantes da Educação Básica. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(1), 227–242.
- Ovigli, D. B. (2015). Panorama das pesquisas brasileiras sobre educação em museus de ciências. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 96(244), 577–595. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S2176-6681/33891329>
- Pereira, G. R., & Coutinho-Silva, R. (2010). Avaliação do impacto de uma exposição científica itinerante em uma região carente do Rio de Janeiro: um estudo de caso. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 32(3), 3402.
- Price, C. A., Lee, H.-S., Subbarao, M., Kasal, E., & Aguilera, J. (2015). Comparing Short- and Long-Term Learning Effects Between Stereoscopic and Two-Dimensional Film at a Planetarium. *Science Education*, 99(6), 1118–1142. <http://doi.org/10.1002/sce.21185>

- Rocha, V., Lemos, E. dos S., & Schall, V. (2010). Avaliação da aprendizagem sobre saúde, em visita ao Museu da Vida. *História, Ciências, Saúde - Manguinhos*, 17(2), 357–378. <http://doi.org/10.1590/S0104-59702010000200006>
- Rodrigues, A. A. V. (2011). *A educação em ciências no Ensino Básico em ambientes integrados de formação*. Universidade de Aveiro. Retrieved from <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/7226/1/5603.pdf>
- Stuchi, A. M., & Ferreira, N. C. (2003). Análise de uma exposição científica e proposta de intervenção. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(2), 207–217. <http://doi.org/10.1590/S1806-11172003000200009>
- Vilelas, J. (2009). *Investigação. O Processo de Construção do Conhecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.

Anexo

Quadro – Artigos incluídos na revisão sistemática da literatura

| Codificação do artigo | Artigo |
|-----------------------|--|
| A-1 | Stuchi, A. M., & Ferreira, N. C. (2003). Análise de uma exposição científica e proposta de intervenção. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , 25(2), 207–217. http://doi.org/10.1590/S1806-11172003000200009 |
| A-2 | Falk, J. H., & Gillespie, K. L. (2009). Investigating the Role of Emotion in Science Center Visitor Learning. <i>Visitor Studies</i> , 12(2), 112–132. http://doi.org/10.1080/10645570903203414 |
| A-3 | Pereira, G. R., & Coutinho-Silva, R. (2010). Avaliação do impacto de uma exposição científica itinerante em uma região carente do Rio de Janeiro: um estudo de caso. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , 32(3), 3402. |
| A-4 | Falk, J. H., & Storksdieck, M. (2010). Science learning in a leisure setting. <i>Journal of Research in Science Teaching</i> , 47(2), 194–212. http://doi.org/10.1002/tea.20319 |
| A-5 | Rocha, V., Lemos, E. dos S., & Schall, V. (2010). Avaliação da aprendizagem sobre saúde, em visita ao Museu da Vida. <i>História, Ciências, Saúde - Manguinhos</i> , 17(2), 357–378. http://doi.org/10.1590/S0104-59702010000200006 |
| A-6 | Holmes, J. a. (2011). Informal learning: Student achievement and motivation in science through museum-based learning. <i>Learning Environments Research</i> , 14, 263–277. http://doi.org/10.1007/s10984-011-9094-y |
| A-7 | Oliveira, G. C. da G. de, Turci, C. C., Teixeira, B. M., Silva, E. M. de A., Garrido, I. S., & Moraes, R. S. (2014). Visitas guiadas ao Museu Nacional: interações e impressões de estudantes da Educação Básica. <i>Ciência & Educação (Bauru)</i> , 20(1), 227–242. |
| A-8 | Price, C. A., Lee, H.-S., Subbarao, M., Kasal, E., & Aguilera, J. (2015). Comparing Short- and Long-Term Learning Effects Between Stereoscopic and Two-Dimensional Film at a Planetarium. <i>Science Education</i> , 99(6), 1118–1142. http://doi.org/10.1002/sce.21185 |

A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO ATRAVÉS DA EXPERIMENTAÇÃO

Beatriz Munhoz Pereira Farias; Alzira Yamasaki; Maira Ferreira; Rodrigo Munhoz Pereira Farias

*Universidade Federal de Pelotas; Instituto Federal Sul Riograndense
alzyama@gmail.com*

Resumo

O ensino das Ciências Naturais não mais concebe aulas baseadas apenas na transmissão de informações, pois além de ter conhecimento, o estudante deve ser preparado para exercer sua condição de cidadão, com capacidade de refletir e interagir com a realidade do meio em que está inserido. Neste contexto, foi desenvolvida uma pesquisa com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola do município de Pelotas, Rio Grande do Sul – Brasil, durante o ano letivo de 2016. A pesquisa fundamentou-se na implantação de um projeto que consistiu na realização de minifeiras de ciências em cada bimestre do ano letivo, onde temas geradores foram trabalhados, em concomitância com o conteúdo dos conceitos teóricos aplicados em sala de aula. O objetivo geral do projeto não consistiu apenas em que o estudante pudesse utilizar os conhecimentos prévios sobre os assuntos, mas também em levar ao aluno a ter possibilidade de construir e adquirir novos conhecimentos relacionados com a experimentação. A atividade prática envolveu planejamento prévio, pesquisa, elaboração, levantamento de materiais acessíveis e de baixo custo, testes e, finalmente, apresentação para a comunidade escolar. A execução ocorreu de forma que os alunos mantivessem uma posição ativa frente às atividades propostas, onde eles tinham a tarefa de anotar e registrar todas as observações feitas durante todo o processo, que incluíam as pesquisas e as dúvidas que porventura viessem a ocorrer no momento da apresentação. Posterior à aplicação do projeto, que ocorria ao final de cada bimestre, realizou-se um momento de avaliação e reflexão em forma de seminário, onde as observações, bem como as anotações das percepções e das análises realizadas pelos alunos foram utilizadas para a construção de um diário reflexivo. Por meio da análise e discussão dos dados registrados nesses diários, foi possível perceber que algumas abordagens dos temas químicos foram sendo construídos e outros “desconstruídos”, demonstrando uma real construção do conhecimento do tema em estudo. Após o término do projeto, concluiu-se que a experimentação pode ser um instrumento pedagógico efetivo no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, pois através de reflexões, interações, mediação, revisão e reavaliação de conceitos abordados pelos alunos, são formadas novas aprendizagens e, com níveis mais elaborados e concretos de compreensão.

Palavras-Chave: Aprendizagem; experimentação.

Abstract

The teaching of natural sciences no longer conceives classes based only on information transmission. In addition to knowledge, the student must be prepared to exercise his/her condition of citizen, with ability to reflect on and interact with the reality of the environment into which he/she is inserted. In this context, a research was carried out in a project with students of the 9th year of elementary school in the city of Pelotas, Rio Grande do Sul - Brazil, during the school year of 2016. The research was based on the implementation of a project, which consisted in the realization of science study fairs in each quarter of the school year, where generating themes were worked on, in concomitance with the content of the theoretical concepts applied in the classroom. The project overall objective was not only that the student

could use previous knowledge on the subjects, but also in bringing students the chance to build and acquire new knowledge related to the trial. The practical activity involved prior planning, research, drafting, surveying of accessible and low-cost materials, tests and, finally, the presentation to the school community. The execution of the project took place so that students maintain an active position before the activities proposed, where the students had the task of noting and recording all observations made in the course of tasks, which included the researches of the project and doubts that may arise at the time of the presentation. After the implementation of the project, which occurred at the end of each quarter, a time of evaluation and reflection in the form of a seminar was carried out, where the observations as well as the notes of the thoughts and analyses brought by the students were used for the making of a reflective journal. Through the analysis and discussion of the data recorded in these journals, one may notice that some approaches of chemical topics were being built and others were "deconstructed" thus demonstrating a real construction of knowledge of the subject under study. After the end of the project, it can be concluded that the trial can be an effective teaching tool in the teaching and learning process of science as through thoughts, interactions, mediation, review and reappraisal of the concepts covered by students, new forms of learning are achieved with more elaborate and specific levels of understanding.

Keywords: Learning; experimentation.

Introdução

Ao se pesquisar sobre os métodos de ensino implantados por vários professores do ensino das ciências naturais, observa-se que a maioria deles não ministram aulas práticas, embora tenham consciência da importância da experimentação. Os motivos para tal fato, muitas vezes, estão nas limitações que as atividades apresentam, ou até mesmo das condições estruturais da unidade escolar.

A função do ensino experimental e a do professor de ciências estão relacionadas com a adoção de uma postura diferenciada na arte do conceber, aprender e ensinar, ou seja, atitudes que ajudem o aluno a explorar, redescobrir, desenvolver e assim modificar suas ideias, reformulando seus conceitos (Schenetzler & Aragão, 2000). Dessa forma, as questões e discussões que estão relacionadas com a experimentação e a sua importância podem e devem ser estimuladas pelos professores.

Uma das formas de motivar os alunos a explorar, redescobrir e reformular conceitos é propondo ações de ensino que envolvam a investigação, sendo as atividades realizadas para as feiras escolares de ciências uma possibilidade. As primeiras feiras escolares no Brasil tiveram início na década de 1960 e serviram para familiarizar os alunos e a comunidade escolar com os equipamentos e materiais existentes nos laboratórios, praticamente desconhecidos naquela época, e não utilizados como prática pedagógica (Mancuso, 2000). Segundo Netto (2010), a atividade de Feiras de Ciências constitui um processo de divulgação e transmissão de cultura científica, sendo pontos importantes dessa atividade, a troca de ideias e a ampliação do desenvolvimento intelectual e dos conhecimentos específicos dos estudantes, com melhoria do relacionamento interpessoal, o que pode contribuir para a aprendizagem na área da comunicação, além do desenvolvimento de uma postura crítica e de uma nova visão de mundo. Para Maldaner (2000, p. 105), as atividades experimentais possibilitam aproximar os objetos concretos das descrições teóricas criadas, produzindo idealizações e, com isso, originando sempre mais conhecimento sobre esses objetos e, dialeticamente, produzindo melhor matéria

prima, melhores meios de produção teórica, novas relações produtivas e novos contextos sociais e legais da atividade produtiva intelectual.

Dentre as diversas modalidades didáticas existentes, segundo Krasilchik (2008), as aulas experimentais são as mais apropriadas. Conforme Lunetta (1992), as aulas práticas auxiliam no processo de desenvolvimento e relação dos conceitos científicos, de modo a auxiliar o aluno a solucionar problemas complexos do seu mundo.

A partir de uma breve exposição sobre a importância da experimentação no ensino das ciências naturais e da contribuição das Feiras de Ciências no desenvolvimento dos alunos, apresentamos este trabalho que trata um projeto de realização de minifeiras de ciências com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, de uma escola privada do município de Pelotas, no sul do Brasil, que, desde o ano de 2016, é reeditada visando a construção do conhecimento científico, por meio de atividades experimentais. Ressalta-se que o projeto considerou os conhecimentos prévios dos estudantes para, a partir deles, levar o aluno a construir e adquirir novos conhecimentos relacionados ao experimento realizado.

Metodologia

O desenvolvimento das atividades experimentais ocorreu simultaneamente ao desenvolvimento dos conteúdos previstos na matriz curricular. As atividades práticas envolveram planejamento prévio da professora, que consistiu em pesquisa, elaboração, levantamento de materiais acessíveis e de baixo custo e testes para que fosse apresentado para a comunidade escolar. Para a realização das atividades, os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental foram divididos em grupos de trabalho, com um tema específico para cada grupo. A execução do projeto ocorreu de forma a que os alunos mantivessem uma posição ativa frente ao conhecimento. A primeira minifeira realizada teve como tema as reações químicas, onde inicialmente a professora se utilizava de alguns conhecimentos prévios dos educandos como determinantes para novas aprendizagens, pois uma das maiores dificuldades dos alunos, tanto do ensino fundamental como do ensino médio, é lidar com a generalidade do conceito de reações químicas. Eles têm dificuldade em reconhecer as similaridades que existem nos fenômenos químicos como, por exemplo, reconhecer semelhanças no processo de ferrugem de um prego, na dissolução de um comprimido antiácido e na combustão de uma vela, tendendo a generalizar situações e confundindo transformação química com transformação física.

Pensando numa forma de lidar com esse problema é promover e discutir questionamentos, visando a evolução nas concepções dos alunos acerca das transformações químicas. Algumas questões podem ser lançadas, de ponto de partida, como as que seguem:

Houve uma transformação de materiais?

Qual(is) substância(s) se transforma(m)?

Qual seria o motivo de haver uma transformação?

Será que houve mudança na massa após a ocorrência da reação? Justifique sua resposta.

Durante a minifeira, cada grupo tinha um caderno, onde deveriam anotar suas observações no decorrer das tarefas que incluía a realização de pesquisas e a socialização de dúvidas que, porventura, ocorressem no momento da apresentação para o grande grupo. Em um segundo momento, posterior à aplicação do projeto e que ocorria no final de cada bimestre, foi realizado um seminário para avaliar e refletir sobre o que foi desenvolvido, sendo registradas as falas e manifestações em um diário reflexivo. Além disso, foi elaborado um questionário para que os grupos de trabalho respondessem as questões tais como:

Você gostou de ter participado desse projeto?

Você gostaria que nas aulas de Ciências houvesse mais atividades experimentais? Justifique sua resposta.

Com o desenvolvimento do projeto, como você avalia sua aprendizagem na disciplina de Ciências?

Discussão dos resultados

A partir da proposta do projeto e de todas as atividades desenvolvidas, foi possível observar que o comportamento, o interesse e a motivação dos alunos para a aprendizagem da disciplina de Ciências mudaram sensivelmente, uma vez que se pode perceber maior frequência de perguntas bem formuladas, além do interesse por novas oportunidades, semelhantes das vivenciadas por eles. Além disso, as diferentes ações elaboradas pelo conjunto de alunos para tratar os temas que foram abordados durante as diferentes minifeiras, como por exemplo, reações químicas, separações de misturas, funções químicas inorgânicas, permitiram a ampliação dos conhecimentos escolares desenvolvidos e elaborações conceituais mais consistentes por parte de alguns estudantes, como foi o caso de um grupo de alunos que levantou hipóteses e conclusões a respeito do tema reações químicas:

“Reação química é o mesmo que transformação!”

“A massa permanece a mesma, mas se o frasco estiver aberto isso não acontece, né?”

“Quando muda a cor da substância, significa que ela reagiu!”

Outros alunos, mesmo demonstrando estar num processo inicial de construção de conhecimento, já podiam perceber que tinham potencial para articular suas ideias prévias com os conteúdos escolares propostos, como foi o caso do aluno que utilizou seu próprio vocabulário ao escrever o seguinte: *“Quando eu misturei aquele pozinho na água eu vi que o vidro ficou quente e aí pude saber que teve uma reação química”*. Assim, observa-se que, mesmo o estudante fazendo o uso de suas palavras, ele foi se apropriando do conhecimento do tema reações endotérmicas e exotérmicas já abordadas em sala de aula, percebendo-se, portanto, que ele está no início de um processo formativo e se apropriando das palavras da Ciência, da discussão realizada em aula e, assim, construindo seu aprendizado de fato.

Como já dito, os alunos responderam a um questionário contendo três questões, sendo suas respostas observadas, visando analisar o modo como viram o trabalho realizado. A primeira tinha o intuito de analisar a aceitação pelos alunos frente a proposta, sendo constatado que todos deram respostas bastante positivas, conforme indicado a seguir:

“Eu gostei muito, foi muito legal aprender fazendo experiências”.

“Sim, foi uma experiência totalmente nova, mexer com aquelas substâncias, misturar, separar”.

“Sim, porque é interessante ver as mudanças que ocorrem quando misturamos as coisas”.

Em relação à segunda questão, sobre se gostariam de trabalhar com experimentação em aulas de Ciências, os alunos se mostraram favoráveis, justificando que aprendiam mais, conforme indicam os relatos a seguir:

“Sim, porque na prática a gente consegue ver as coisas acontecendo, aí a gente aprende mais”.

“Sim, pois assim a gente entende melhor a matéria”.

“Sim, pois agora eu consegui entender um monte de coisa que não entrava na minha cabeça”.

As respostas à terceira questão, sobre a validade do projeto em relação à aprendizagem da disciplina, mostram que há quase um consenso entre os estudantes sobre a importância da realização das atividades experimentais para auxiliar no seu aprendizado da disciplina de Ciências, conforme podemos ver nas seguintes falas:

“Eu comecei até a gostar de Ciências, pois comecei a entender melhor a matéria”.

“Eu entendi porque o ferro enferruja”.

“Eu aprendi muito melhor, mas acho que primeiro a gente deve ter a matéria teórica, para o conteúdo não ficar muito solto”.

“Minha aprendizagem em Ciências melhorou, pois eu consegui enxergar as coisas de um jeito diferente, de um jeito mais real”.

As respostas dos alunos mostram que, diante de ações de ensino diferenciadas, os alunos conseguem aprender melhor e perceber que o processo de ensino e aprendizagem pode ser diferente, podendo ser reformulado e repensado. Pode-se perceber, ainda, que a atividade foi significativa para a construção do conhecimento dos temas que estavam sendo abordados, reforçando a importância de atividades experimentais para ampliar o conhecimento dos alunos sobre determinados assuntos, o que nos leva a concluir que sempre haverá uma melhor aprendizagem quando ocorre uma reflexão em paralelo com a investigação.

Ao final das atividades, quando a realização do seminário, houve um momento de muita interação, onde os alunos relataram seus apontamentos feitos no diário reflexivo. A seguir, são apresentados alguns relatos dos estudantes sobre os conteúdos estudados nas aulas de Ciências.

“Consegui entender como a água chega limpa na minha casa”.

“Aprendi que para separar as misturas, é preciso antes conhecer as propriedades das substâncias”.

“Pude perceber que a química está presente em tudo: na água, no ar, na comida, nas bebidas, sabonete e roupa.”

“Às vezes não dá para separar uma mistura só de um jeito, é preciso usar outros também.”

“Na verdade, mesmo com vergonha de apresentar os experimentos, nós aprendemos mais.”

“O mais difícil foi falar em público”

“Gostaria que tivéssemos material de laboratório de verdade”

“Acho que se antes a gente tivesse visitado uma feira de ciências de outra escola, nós não teríamos tanto medo, ou vergonha, sei lá.”

“Eu acredito que primeiro deveríamos ter tido mais aulas teóricas a respeito do assunto, para poder apresentar melhor”.

Por meio da análise e discussão dos dados registrados nos cadernos, podemos destacar algumas abordagens dos temas químicos que foram sendo construídos e até mesmo “desconstruídos” como, por exemplo, é citada a fala de um aluno ao dizer:

Puxa, sempre achei que a água que a gente bebe era uma substância pura, e agora vi que não é!”.

Embora os registros no caderno não apontassem tudo o que ocorreu durante o processo, certamente os mesmos demonstraram situações reais e de relevância para o aprimoramento da prática pedagógica, podendo-se dizer que a utilização da escrita e da reflexão no diário possibilitou aos alunos dar significado aos conceitos estudados. Wenzel (2013, p. 128) afirma que “pela fala ou pela escrita do estudante, o professor pode acompanhar o seu nível de apropriação conceitual, e, pela mediação, ampliar esses entendimentos”. Mas mesmo com resultados positivos do trabalho, sabemos que há muitos obstáculos a serem superados, sendo alguns deles na forma de resistência a tudo aquilo que é novo. Sobre o uso da experimentação no ensino de Ciências, Gonçalves e Marques (2006) afirmam que a experimentação deve propiciar momentos de reelaboração dos conhecimentos, possibilitando o contacto do aluno com fenômenos químicos, possibilitando ao aluno criar modelos explicativos sobre as teorias, com uso de uma linguagem própria.

Nesse sentido, o fato de os estudantes relatarem por escrito suas dúvidas, reflexões e observações, permitiu ao professor acompanhar o desenvolvimento da aprendizagem em seus alunos.

Conclusões

Ao refletirmos sobre a experimentação em aulas de Ciências (questão fundamental neste trabalho) é necessário compreender que não existe papel singular capaz de responder aos questionamentos acerca desse objeto de estudo. As contribuições das práticas experimentais investigativas são plurais e permitem ao aluno desenvolver uma melhoria qualitativa, especialmente na compreensão de conceitos, no desenvolvimento de habilidades de expressão escrita e oral, bem como uso de linguagem simbólica, elaboração de hipóteses e planejamento do experimento, entre outras.

Após o término do projeto, pode-se concluir que a experimentação pode ser um instrumento pedagógico efetivo no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, pois através de reflexões, interações, mediação, revisão e reavaliação de conceitos abordados pelos alunos, são formadas novas aprendizagens e, com níveis mais elaborados e concretos de compreensão. Assim, pode-se dizer que no momento em que se trabalha com intencionalidade recursiva, como é o caso da realização de atividades experimentais, o aluno está capacitando para a resolução de problemas, para a formação de novas concepções e, conseqüentemente, para a evolução de seus conceitos de forma a auxiliar na construção do conhecimento científico.

Com os resultados apresentados, observa-se que a realização das minifeiras contribuiu para a construção de conceitos científicos de forma reflexiva e investigativa, promovendo uma maior integração com a comunidade escolar e interesse para o aprendizado das ciências. Finalmente, conclui-se que a proposta demonstrou a potencialidade que a experimentação tem em ajudar o estudante a aprender por meio de inter-relações práticas e teóricas.

Referências bibliográficas

- Gonçalves, F. P., Marques, C. A. (2006). Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em Textos de Experimentação no Ensino de Química. *Investigação no Ensino de Ciências*, 11(2), 219-238.
- Krasilchik, M. (2008). *Prática de Ensino de Biologia*. São Paulo: Edusp.
- Lunetta, V. N. (1992). Atividades práticas no ensino da ciência. *Revista Portuguesa de Educação*, 2(1), 81-90.
- Maldaner, O. A. (2000). *A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: Professores/Pesquisadores*. Ijuí/RS: Ed. Unijuí.
- Mancuso, R. (2000). Feira de Ciências: produção estudantil, avaliação, conseqüências. *Contexto Educativo Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías*, 6(1), 1-5.
- Netto, L. F. (2010). *Feira de Ciências*. Retirado de <http://www.feiradeciencias.com.br/>
- Schenetzler, R. P., Aragão, R. M. R. De, (Org.). (2000). *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*. Campinas: R. Vieira Gráfica e Editora Ltda.
- Wenzel, J. S. (2013). A Pesquisa como Metodologia de Ensino nas Aulas de Ciências: Um Caminho para a Apropriação da Linguagem Científica (pp. 119-136). In: Güllich, R. I. da C. *Didática das Ciências* (1ª. Ed.). Curitiba: Prismas.