

Levantamento e análise dos trabalhos que abordam o tema museus e centros de Ciências na revista *Journal of Chemical Education* de 2005 a 2015.

Daniel Matheus da Silva¹ (PG)*, Ana Claudia Kasseboehmer¹ (PQ).

* daniel.matheus.silva@usp.br

¹Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, C.P. 780, CEP 13560-970, São Carlos, SP - Brasil).

Palavras-Chave: Espaço não formal, museu e centro de ciências.

RESUMO: Neste trabalho foram analisadas as publicações da revista *Journal of Chemical Education* relacionadas à utilização de centros e museus como espaços não formais de educação em Química no período de 2005 a 2015. Os trabalhos foram analisados em função dos seguintes aspectos: ano de apresentação, nível de escolaridade abrangido no trabalho e foco temático do estudo. Com esses dados, conclui-se que há necessidade de maiores investigações acerca desses espaços, assim como trabalhos com maior descrição e avaliação das práticas pedagógicas e das metodologias de ensino utilizadas na aplicação desses novos recursos didáticos.

INTRODUÇÃO

É possível observar o ensino de ciências em diferentes lugares e mídias, ou seja, atualmente a educação em ciências vai além dos muros das escolas, destacando a necessidade de pesquisa e aprofundamento nos estudos sobre espaços não formais (Marandino, 2007). Marandino (2001) defende que escola e museus de ciências se completam e são imprescindíveis na formação do cidadão cientificamente alfabetizado. Segundo a autora, é importante compreender os processos de construção do conhecimento bem como a forma de interação com as diversas áreas do conhecimento que podem ocorrer nos museus.

Os museus e centros de ciência atualmente estão voltados para o compromisso com a educação científica dos indivíduos. Gruzman e Siqueira (2007) mostram que os museus já exploram e buscam uma maior interação com a construção dos saberes, com o contexto social e com o patrimônio cultural, além do compromisso com a comunicação com o público visitante e a difusão da ciência, para assim favorecer a formação do indivíduo crítico, ativo e participativo.

Ainda hoje, com o elevado aumento na quantidade de museus e centros de ciência no Brasil e no mundo, ao se procurar a Química, quando algo é encontrado está em relação muito pequena comparada com as demais ciências. Pinto (2007) conclui em sua pesquisa que o escasso número de atividades de Química em museus de ciências é devido há alguns fatores como custo de concepção e de manutenção, fatores de segurança, a necessidade de mais monitores e da monitoração das atividades, gestão de resíduos e também a limitação de espaço das instituições. No entanto, a química ainda é malvista pelo público geral, sendo vinculada a seu caráter

nocivo (toxicidade e periculosidade). Portanto, esses locais que têm a responsabilidade de divulgação das ciências, podem vir a transformar essa visão limitada de química.

Uma estratégia para buscar respostas para o que poderia ser oferecido na área de Química em centros e museus de ciência é a busca na literatura de experiências que possam ter sido compartilhadas por meio de publicações em revistas da área.

A revista *Journal of Chemical Education* é uma publicação da Divisão de Ensino de Química da *American Chemical Society* lançada em 1924 e com fator de impacto 1.106 (2014). Ela serve como um meio de comunicação entre pessoas de todo o mundo que estão interessadas no ensino e aprendizagem de química, contribuindo para discussões e avanços da temática em questão. Isso inclui desde professores de ensino médio, graduação e pós-graduação até cientistas. A revista costuma abordar conteúdo químico, atividades, experiências de laboratório e métodos de ensino, sendo dividida em várias categorias de publicações que contemplam seus objetivos, tais como *editorials, Commentaries, Reports, Letters, Additions and Corrections, News and Announcements, and Book and Media Reviews*, que proporcionam um espaço para troca de ideias, recursos e notícias valioso para a comunidade de educação química.

Na seção *Articles and Communications* são tratados diversos temas relevantes para o ensino e aprendizagem de química em todos os níveis, incluindo os métodos pedagógicos. Em *Demonstrations of chemical phenomena* são encontradas instruções que os educadores podem reproduzir para desenvolver o interesse dos alunos. *Laboratory Experiments* é uma seção destinada a compartilhar experiências desenvolvidas com alunos para investigar fenômenos químicos, bem como para desenvolver habilidades com técnicas de laboratório, equipamento ou instrumentação. Em *Activities* exploram-se os conceitos de química com *hands-on* e métodos muitas vezes baseadas em investigação, facilitando a aprendizagem ativa nas salas de aula, laboratórios e ambientes informais. *Technology Reports* contém artigos que descrevem o uso de tecnologias específicas relevantes para o ensino e aprendizagem de química como software, mídia ou arquivos de programas disponibilizados.

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo levantar e analisar os trabalhos publicados na revista *Journal of Chemistry Education*, no período de 2005 a 2015, envolvendo centros e museus de ciências para se compreender como esses espaços vêm sendo explorados para a divulgação e ensino de química.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta é uma pesquisa de caráter bibliográfico. Seu desenvolvimento foi feito a partir do acesso aos trabalhos publicados na revista *Journal of Chemistry Education*, através do endereço eletrônico <<http://pubs.acs.org/journal/jceda8>>. Foram levantados, no período de 2005 a 2015 e em todas as seções das revistas, todos os trabalhos publicados que continham as palavras “center” e/ou “museum” no título, palavras-chave ou ainda no resumo. As etapas subsequentes foram adaptadas do trabalho de Megid Neto (1999):

- a) Leitura dos artigos encontrados;
- b) Organização dos dados bibliográficos e de informações complementares em catálogos para classificação quanto à distribuição no tempo, Instituições responsáveis e nível escolar;
- c) Construção de tabelas e/ou gráficos que possibilitassem a discussão sobre as principais características verificadas nos trabalhos encontrados e análise dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A busca nos 4919 trabalhos publicados nas 109 edições lançadas entre 2005 e 2015 mostrou que apenas 14 trabalhos correspondem ao critério da presente pesquisa, sendo que sete se localizam na categoria *Article*, dois na *Demonstration*, e um em cada uma das demais categorias (*Editorial*, *Activity*, *Communication*, *Laboratory Experiment* e *Report*).

O Quadro 1 apresenta a quantidade e proporção de trabalhos sobre a temática de novembro de 2005 até novembro de 2015.

Quadro 1: Distribuição dos trabalhos publicados sobre a temática, de acordo com o ano.

Ano	Nº Total de Trabalhos Publicados	Nº de Trabalhos sobre a Temática	% de Trabalhos sobre a Temática em Relação à Totalidade
2005	94	-	-
2006	561	-	-
2007	610	-	-
2008	548	3	0,55
2009	508	1	0,20
2010	455	1	0,20
2011	479	2	0,40
2012	407	5	1,20
2013	410	2	0,50
2014	447	-	-
2015	400	-	-
Total	4919	14	0,30

Há de se ressaltar que a *Journal of Chemical Education* é uma revista que recebe manuscritos sobre qualquer tema que envolva o ensino e a aprendizagem de química e, portanto, não é uma revista especializada em divulgação científica. Ainda assim, é possível observar que é ínfimo o número de trabalhos publicados que contemplam a temática deste estudo. Dos 10 anos estudados, apenas seis apresentam algum material sobre a temática e mesmo assim o que é apresentado é uma pequena porcentagem em relação à totalidade (0,30% de todos os trabalhos publicados).

O baixo número de trabalhos pode estar relacionado com o pequeno número de museus e centros de ciências que contemplam a área de química o que pode ser reflexo da dificuldade de se criar materiais e atividades de química para esses espaços. Pinto (2007) argumenta sobre os encaixos encontrados para implementação de módulos de química em espaços não-formais, destacando-se o problema do alto custo dos materiais, maior quantidade de monitores, tratamento e descartes dos resíduos gerados na realização das atividades. Outro fator que poderia ser responsável pelo pequeno número de setores de química nos museus, é a falta de parcerias ou vínculos com as universidades, que poderiam pesquisar soluções para as dificuldades de se implementar e manter um setor de química em museus e centros de ciências.

Quando analisados por região, a maioria dos trabalhos publicados é dos Estados Unidos (10 trabalhos), sendo os demais (4 trabalhos) pertencentes a diversos países da Europa. Embora a revista tenha destaque internacional e várias publicações do mundo todo, o baixo número de publicações em outras regiões pode ser explicado pelo fato da revista ser estadunidense e por este motivo ter mais publicações do país. Não foi encontrado nenhum artigo brasileiro o que pode retratar a falta de costume dos pesquisadores brasileiros em divulgar seus resultados em revistas internacionais.

Os trabalhos também foram analisados de acordo com o nível de escolaridade do público-alvo, sendo distribuídos da seguinte forma: ensino fundamental, ensino médio, ensino superior, pós-graduação e geral (quando o trabalho atingia diferentes grupos, desde os grupos citados anteriormente, professores e até população em geral). Dos 14 trabalhos analisados, 11 se enquadram em nível geral (78,5%). Pensando no papel dos museus e centros de ciências discutidos por Gruzman e Siqueira (2007), é plausível este resultado, já que os museus e centros têm por objetivo a divulgação científica para o público em geral, uma vez que suas exposições recebem visitas esporádicas de público diversificado. Dois trabalhos (14,2%) são destinados ao ensino fundamental e um para o ensino superior (7,1%). Eles ressaltam a importância da utilização dos museus e centros de ciências nos processos de ensino e de aprendizagem e sugerem atividades práticas que podem ser realizadas em espaços não formais com a formação de parcerias para potencializar sua utilização. É interessante destacar que nenhum artigo encontrado no período de 2005 a 2015 visava trabalhar com alunos de ensino médio em espaços não-formais. Este nível escolar é crucial para desenvolver o interesse e a aptidão dos estudantes por química com vistas a incentivá-los a seguir essa carreira na universidade e também são conhecidas as diversas dificuldades para se ensinar química para esse público. Os museus e centros de ciências que têm forte potencial para contribuir para esses aspectos (Marandino, 2001) parecem não estar sendo foco de interesse dos pesquisadores que divulgam seus trabalhos na *Journal of Chemical Education*.

Por fim, os trabalhos foram classificados de acordo com o foco temático, sendo considerado o foco principal de cada um nos casos de trabalhos que apresentaram múltiplos focos. A categorização dos focos temáticos foi adaptada do trabalho de Megid Neto (1999), emergindo duas categorias:

Recursos didáticos: trabalhos que discutem materiais, instrumentos e recursos didáticos que podem ser utilizados em museus e centro de ciências.

Formação de conceitos: aqueles que investigam a estrutura cognitiva antes e depois das atividades, bem como o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos em diferentes níveis de escolaridade e faixa etária ou em diferentes práticas de ensino.

Os trabalhos puderam ser enquadrados nas duas categorias quanto ao seu foco temático, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2: Distribuição dos trabalhos analisados de acordo com o foco temático apresentado.

Foco Temático	Nº de trabalhos	% Correspondente
Recursos Didáticos	10	71,4%
Formação de Conceitos	4	28,5%

Dos 14 trabalhos, dez se enquadraram na categoria de “Recursos didáticos”, que representam 71,4%. No trabalho de Pinto (2012), é proposta uma atividade através do monumento “*the Atomium*” localizado em Bruxelas, na Bélgica. O autor propõe que a visita aconteça com a abordagem de perguntas e respostas, com objetivo de envolver os estudantes no estudo das estruturas tridimensionais. Campbell (2011) também discute uma forma de ensinar estruturas químicas, utilizando os modelos de “tijolos lego” encontrados no web site “*Exploring the Nanoworld with LEGO Bricks*” localizado no endereço eletrônico: <http://mrsec.wisc.edu/Edetc/LEGO>. Nas exposições são trabalhados diversos aparelhos, como fotômetro, por exemplo, assim como estruturas e propriedades especialmente em nanoescala.

No trabalho de Rogge (2012) é apresentada uma atividade realizada em parceria com museu de arte. Segundo o autor, essa atividade serviu para introduzir os alunos no campo da ciência da conservação, onde a química é aplicada à investigação e preservação de materiais artísticos ou culturais. A atividade teve como público alvo alunos de graduação e serviu para que estes aprendessem química analítica. O autor discute que muitos museus de arte possuem aparelhos de espectroscopia de fluorescência de raios-X, o que pode facilitar a realização da prática nos mesmos.

Em seu trabalho, Kim (2013) realiza uma demonstração visual da diferença entre as superfícies hidrofílicas e hidrofóbicas que pode ser apresentado para o público em geral, sendo possível despertar a curiosidade de alunos do nível médio e básico. O estudo de Smith e colaboradores (2009) apresentam a forma de utilizar a webcam com

visão noturna para realizar análises em obras de artes. O autor ressalva o baixo custo do aparelho, o que possibilitaria cada aluno ter sua própria câmera de imagem próxima ao infravermelho, podendo ensinar aos alunos espectroscopia no ambiente emocionante de uma instituição cultural como um museu. Amey (2008) descreve o desenvolvimento de uma atividade de construção do modelo molecular com o tema chocolate, adequado para uma apresentação da química em espaços não formais, através da interação com os visitantes. Em seu trabalho Diener (2012) apresenta alguns recursos online que auxiliam os alunos a aprender sobre diferentes formas alternativas de energia.

Como é possível observar todos os trabalhos apresentados na categoria “Recursos didáticos” apresentam ou divulgam materiais e atividades para serem realizadas em museus e outros espaços não formais ou em parceria com os mesmos. No geral as atividades são apresentadas como um relato de experiência, em sua maioria as atividades são inéditas e em alguns casos acontece relato de adaptação ou divulgação de material que pode ser utilizado por professores. Os relatos trazem resultados positivos, são bem detalhados, o que pode facilitar a reprodução das atividades a quem se interessar e alguns deles chegam a discutir a necessidade de pesquisas para que sejam levantados os reais benefícios ou problemas pedagógicos. No outro foco temático, “Formação de Conceitos” aparecem 4 trabalhos, que discutem sobre o aprendizado dos estudantes quanto ao ensino e às atividades realizadas nos museus e centros de ciências.

Meissner (2011) apresenta resultados da participação em um programa educacional que foi aplicado para alunos de mesma faixa etária em diferentes ambientes. Com o estudo concluiu-se que a participação foi benéfica para a aprendizagem científica dos alunos. A autora conclui que um programa educacional cuidadosamente projetado aparentemente é mais importante para obter o valor curricular, mas sugere que uma investigação mais aprofundada precisa ser realizada.

No trabalho de Donaghy (2012) é discutido o efeito dos *Service Track*, que são trabalhos realizados por estudantes de química voltados para a comunidade. Segundo o autor, os serviços reforçaram o conteúdo geral do curso de química, enquanto ajuda os alunos a alcançar os objetivos do curso. Os resultados da pesquisa e relatórios de parceiros de serviços indicam que os estudantes estão aprendendo sobre a resolução de problemas, melhorando a capacidade analítica, e como um benefício adicional, praticando habilidades de apresentação dentro e fora da classe.

Um estudo publicado por Domenici (2008), oferece uma imagem representativa do estado dos museus e coleções de química na Itália. O estudo analisa o papel dos museus da química no ensino de química através da análise de museus italianos e coleções de química. No final, a autora aponta que as maiores limitações destes centros são, principalmente, em relação aos fundos, espaços e recursos humanos envolvidos, que são alguns dos fatores já discutidos no presente trabalho, apontados por Pinto (2007). E por último, no trabalho de Christian e Yezierski (2012), se discute a pesquisa em ensino de química e uma série de oportunidades de pesquisa inexploradas em ambientes de aprendizagem informal que podem contribuir para uma comunicação mais eficaz da química para o público.

Apenas dois focos temáticos abordados por Megid Neto (1999) foram encontrados nos trabalhos analisados, “Recursos didáticos” e “Formação de conceitos”, uma possível causa para aparecer somente esses dois focos pode ser pelo fato da revista servir como meio de comunicação entre interessados no ensino de química e ter maior abordagem na divulgação de atividades e experiências de laboratório. Esse resultado indica novas áreas a serem investigadas, como por exemplo a formação de educadores e monitores para essas instituições.

A importância de mais pesquisas nessa área é levantada por Christian e Yezierski (2012), em um trabalho da própria revista, mas quando observamos os anos posteriores só encontramos dois trabalhos em 2013. Embora museus e centros de ciências não sejam o foco da revista, as autoras levantam a possibilidade dessas pesquisas colaborarem para melhor entendimento do ensino e da aprendizagem, tanto dos alunos como de novas formas de interação com os mesmos.

Conclusão

Objetivando avaliar a pesquisa e utilização de museus e centros de ciências, em relação à química, foram analisadas as publicações em 10 anos da revista *JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION*, obtendo-se um total de 4919 trabalhos. Com base na análise e discussão dos resultados, conclui-se que existe uma carência de estudos nessa área. Nos dois últimos anos do levantamento não foram encontrados trabalhos relacionado à temática e nos anos em que houve publicação, a mesma aparece de forma ínfima. Mesmo com o trabalho publicado na categoria *editorials*, ressaltando a importância da pesquisa nessa área, nenhum aumento foi notado. Importante lembrar que o foco da revista é o ensino de química e não museus de ciência, o que explicaria o baixo índice de publicações nessa área.

Dos trabalhos encontrados que abordam museus e centros de ciências e seu potencial para ensinar química, diversas propostas interessantes aparecem, contribuindo para a educação e divulgação científica. A maioria dos trabalhos está na categoria “Recursos didáticos”, mostrando que novas atividades e recursos estão sendo produzidos, ou seja, aos poucos o problema de produção de atividades em centros e museus de ciência pode estar diminuindo. Apesar das dificuldades relatadas na literatura para a implementação da química em espaços museais, com pesquisa e criatividade, soluções podem ser encontradas.

É importante que sejam realizados estudos mais aprofundados em relação à aplicação de métodos e técnicas para o ensino em todos os níveis em espaços não-formais de educação. E que as atividades propostas sejam divulgadas mais amplamente, com descrição mais detalhada e avaliação dessas práticas pedagógicas.

Agradecimentos

CNPq, pela bolsa concedida.

Processo CNPq 457780/2013-4;

Processo no 2014/02522-7, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GRUZMAN, C; DE SIQUEIRA, V. H. F. O papel educacional do Museu de Ciências: desafios e transformações conceituais. **REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 6, n. 2, p. 402-423, 2007.

MARANDINO, M. et al. A Educação Não Formal e a Divulgação Científica: o que pensa quem faz. **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, 2004.

MARANDINO, M. Interfaces na Relação Museu-Escola. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 8, n.1, p. 85-100, 2001.

MEGID NETO, J. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o Ensino de Ciências no nível fundamental**. Campinas, 1999. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1999.

PINTO, Vitória M. M. et al. **Módulos interactivos de química em centros e museus de ciência**. 2007. 154p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Química, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2007.

REFERÊNCIAS *Journal of Chemical Education*

AMEY, J. R. et al. Meet the molecules in chocolate: Informal opportunities for building thematic molecular models with children. **Journal of chemical education**, v. 85, n. 10, p. 1361, 2008.

CAMPBELL, D. J. et al. An exploration of the Nanoworld with LEGO bricks. **Journal of Chemical education**, v. 88, n. 5, p. 602-606, 2011.

CHRISTIAN, B. N.; YEZIERSKI, E. J. A new chemistry education research frontier. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 11, p. 1337-1339, 2012.

DIENER, L. Selected Online Resources for Teaching about Alternative Energy. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 7, p. 950-952, 2012.

DOMENICI, V. The Role of Chemistry Museums in Chemical Education for Students and the General Public. A Case Study from Italy. **Journal of chemical education**, v. 85, n. 10, p. 1365, 2008.

DONAGHY, K. J.; SAXTON, Kathleen J. Service learning track in general chemistry: giving students a choice. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 11, p. 1378-1383, 2012.

KIM, P. et al. Hydroglyphics: Demonstration of Selective Wetting on Hydrophilic and Hydrophobic Surfaces. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 5, p. 625-628, 2012.

MEISSNER, B; BOGNER, F. Enriching students' education using interactive workstations at a salt mine turned science center. **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 4, p. 510-515, 2011.

PINTO, Gabriel. An Example of Body-Centered Cubic Crystal Structure: The Atomium in Brussels as an Educative Tool for Introductory Materials Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 7, p. 921-924, 2012.

ROGGE, C. E.; BEZUR, A. An Investigation into the Creation, Stability, and X-ray Fluorescence Analysis of Early Photographic Processes: An Upper-Level Undergraduate Laboratory. **Journal of chemical education**, v. 89, n. 3, p. 397-400, 2011.

Smith, G. D. et al. Inexpensive, Near-Infrared Imaging of Artwork Using a Night-Vision Webcam for Chemistry-of-Art Courses. **Journal of Chemical Education**, v. 86, n. 12, p. 1382, 2009.