



CONSTITUIÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO EM CIÊNCIAS NA MODALIDADE EAD

Composition of sciences experimentation on distance education

Valmir Heckler¹
Cezar Soares Motta²
Maria do Carmo Galiazzi³

(Recebido em 27/04/2013; aceito em 23/09/2014)

RESUMO: O artigo apresenta compreensões sobre a constituição da experimentação em Ciências na modalidade a distância (EaD). Pesquisa qualitativa de cunho fenomenológico-hermenêutico pela análise das informações a partir da Análise Textual Discursiva (ATD), com duas categorias emergentes no estudo: a) Democratizar as TIC e o contexto educacional possibilita diferentes percepções das atividades de laboratório em Ciências; b) A experimentação em Ciências na EaD em rede colaborativa com artefatos científicos. Interlocuções sobre a convergência de ações da comunidade científica contemporânea e as atividades da experimentação nessa modalidade educativa. Registra como resultados as diferentes possibilidades no uso e desenvolvimento de artefatos/ferramentas (materiais e simbólicos), entre esses, experimentos remotos, *softwares*, modelos computacionais, plataformas de aprendizagem, animações, simulações, *kits* de laboratório, vídeos e ferramentas multimídia que podem ser utilizados via/na web. Associado ao envolvimento dos sujeitos em processos investigativos sobre fenômenos da natureza com mediação, interação, diálogo, colaboração e autoria na construção de aprendizagens da Educação em Ciências com artefatos científicos pelas interações colaborativas na/via internet.

Palavras Chave: Experimentação em Ciências. Modalidade a distância. Artefatos científicos. Redes colaborativas. Pesquisa qualitativa.

ABSTRACT: This article presents understandings about the composition of sciences experimentation on distance education (EaD). This is a qualitative research with a phenomenological-hermeneutic nature because we chose a Discursive Textual Analysis (ATD) for data analysis with two emerging categories in the field: a) Democratizing TIC and the educational context enables different perceptions in the sciences lab activities; b) Sciences experimentation on distance education in a collaborative network with scientific artifacts. Interlocutions about the actions of the contemporary Scientific Community and the experimentation activities carried on this educational modality. Results registers different possibilities for application and development of artifacts/tools (material and symbolic) like remote experiments, software, computer models, learning platforms, animations, simulations, lab kits, videos and online multimedia tools. Associating the involvement of subjects in investigative process about natural phenomena with mediation, interaction, dialogue, collaboration and authorship in the construction of learning in Science Education aided by scientific artifacts for online collaborative interactions.

Keywords: Sciences Experimentation. Distance education. Scientific Artifacts. Collaborative Networks. Qualitative research.

¹ Doutorando do Programa de Pós-graduação Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Docente da área do Ensino de Física e EaD na FURG. Brasil. E-mail: valmirheckler@furg.br

² Mestrando do Programa de Pós-graduação Educação em Ciências da FURG. Docente da área de Educação Química da Rede Estadual de Ensino do RS. Brasil. E-mail: cezarsmott@gmail.com

³ Professora Doutora do Programa de Pós-graduação Educação em Ciências da FURG. Docente da área de Educação Química da FURG. Brasil. E-mail: mcgaliazzi@gmail.com

Interlocução inicial sobre a pesquisa

Neste artigo expressamos compreensões sobre o contexto da experimentação em cursos de Ciências na modalidade à distância (EaD). Os autores por estarem desenvolvendo duas pesquisas, uma de doutorado e outra de mestrado no grupo de pesquisa Experimentação em Ciências vinculado ao Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências (PPGEC) na Universidade Federal do Rio Grande (FURG), foram instigados à investigar o tema.

Assumimos a EaD como uma vertente embrionária no campo da educação no Brasil. Necessita de investigações para desenvolver compreensões e superar adjetivos atribuídos e/ou comparações, como, por exemplo, o fato da "educação a distância" ser tomada como oposta à "educação presencial" (MILL, 2013). Nesse sentido, significa assumir na pesquisa a EaD como educação *online* para o cenário brasileiro. Onde, o termo *online* está na perspectiva de envolvimento dos professores e os estudantes em ambientes de aprendizagem com processos coletivos de formação, pelas relações horizontais abertas à colaboração e coautoria, o que possibilita a cocriação da comunicação e do conhecimento (SILVA e SANTOS, 2006) e (SILVA, 2006; 2012).

Registramos essa como pesquisa qualitativa de cunho fenomenológico-hermenêutico (BICUDO, 2011), com análise de informações a partir da Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2011), a qual consiste na produção de unidades de significado, categorias e o metatexto. Com a referida metodologia buscamos compreender o fenômeno da experimentação em Ciências na EaD. Desse movimento de investigação emergiram duas categorias: a) Democratizar as TIC e o contexto educacional possibilita diferentes percepções das atividades de laboratório em Ciências. b) A experimentação em Ciências na EaD em rede colaborativa com artefatos científicos.

Nesta perspectiva, apresentamos na escrita os aspectos constituintes das atividades experimentais dos cursos de Ciências na modalidade EaD. Esses aspectos serão evidenciados nesse texto a partir de 1970, quando as TIC e o contexto educacional foram democratizados, e os movimentos das Universidades Abertas foram iniciados. Um cenário *online* na área de Ciências, em que emergem desafios no desenvolver a experimentação em "espaçotempo não tradicionais"⁴, com auxílio dos recursos científicos da Ciência contemporânea a partir das ferramentas e interfaces da rede mundial de computadores. Além disso, realizamos interlocuções sobre as transformações no fazer ciência, o que possibilita recursos científicos com comunidades colaborativas em rede para a Educação em Ciências na EaD.

Democratizar as TIC e o contexto educacional possibilita diferentes percepções das atividades de laboratório em Ciências

Compreendemos o democratizar das TIC, do contexto educacional e os movimentos das Universidades Abertas como potências às diferentes percepções das atividades no laboratório didático de Ciências. Neste contexto emergem os desafios da mediação, interação, diálogo, colaboração e autoria nas atividades experimentais no contexto escolar e

⁴ Espaçotempo não tradicionais – está no sentido de superar “crenças” de que a experimentação só pode ser desenvolvida no contexto escolar e acadêmico, em laboratórios didáticos com equipamentos e guias estruturados.

acadêmico. Nesse ambiente, é possibilitada a imersão dos sujeitos em processos investigativos sobre os fenômenos da natureza a partir de diferentes artefatos/ferramentas (materiais e simbólicos) das Ciências.

Ao voltarmos nossa atenção para os movimentos da EaD, destacamos que em meados do século XIX, acontece “a primeira abordagem geral à educação a distância” (PETERS, 2012). Influenciadas pelo processo de industrialização, são promovidas transformações tecnológicas, profissionais e sociais na vida em diferentes locais. Neste período, desponta a edição de materiais impressos, ao surgirem várias escolas por correspondência em países como Inglaterra, França e Alemanha e, posteriormente, em diferentes continentes. A “instrução” era oferecida para as pessoas, essencialmente, por material impresso, na busca de qualificar os trabalhadores frente às novas tarefas e metodologias dos processos produtivos (PETERS, 2012).

As atividades de laboratório avançam em um movimento progressivo da educação no século XX. De acordo com Lunetta (1998) e Hofstein e Lunetta (2004), essas atividades foram compreendidas no século XIX como essenciais no desenvolver das habilidades da “observação” do mundo natural, no promover habilidades investigativas a partir de manuais de orientação e com o experimento “revelador” do conhecimento do mundo natural. Na década de 1950, são utilizados os experimentos para ilustrarem e confirmarem as informações apresentadas pelo professor, livros didáticos e manuais.

Com financiamentos governamentais para os projetos curriculares de Ciências, a partir dos anos 1960, são promovidas mudanças mais significativas nas atividades experimentais dos laboratórios escolares. Nessa época, a atenção está centrada na instrumentação e verificação de princípios declarados ou de relações com as atividades indutivas na investigação. A partir da década de 1970, passam a serem questionadas e desenvolvidas as primeiras pesquisas sobre o papel do laboratório no ensino e na aprendizagem de Ciências (HOFSTEIN e LUNETTA, 2004), tornando-se um marco histórico frente a “uma nova era na educação a distância”.

No referido contexto, o uso das tecnologias de informação como rádio, televisão, vídeo, fitas cassetes e centros de estudos contribuem significativamente na mudança pedagógica em cursos da EaD (PETERS, 2012). De forma semelhante, são promovidas mudanças em torno das atividades experimentais nas Ciências com projetos e financiamentos governamentais. Além disso, há um desenvolvimento de materiais didáticos enquanto é iniciada a Educação Superior em massa (PETERS, 2012).

Nesse período, ocorrem os movimentos de criação das Universidades Abertas. Em 1971, constitui-se na *Open University* (O.U.) da Inglaterra a primeira turma de estudantes a distância. Este foi um momento de significativas transformações educacionais ao se associar o “[...] caráter democrático das sociedades atuais às possibilidades expandidas de comunicação através das redes de comunicação” (FREITAS, 2002, p. 55). Observamos modificações socioculturais significativas em diferentes comunidades, “[...] estreitamente relacionadas aos processos de inovação tecnológica experimentados, basicamente representados pelas novas Tecnologias da Informação” (FREITAS, 2002, p. 55). Percebemos para esse contexto educativo a compreensão de ser um meio de se promover estímulo ao desenvolvimento de formas alternativas de transmissão do conhecimento através do ensino aberto a todos.

O movimento de se questionar a experimentação em Ciências é registrado na O.U. Holandesa no início da década de 1980, frente à oferta de cursos da Faculdade de Ciências Naturais. Nesse processo, realiza-se revisão na literatura em busca de implementar atividades de laboratório de Ciências enquanto ferramenta didática na EaD (KIRSCHNER; MEESTER, 1988). Os autores, Kirschner e Meester (1988), foram desafiados a mapear os problemas de ensino em laboratórios, as instalações utilizadas pelos defensores da experimentação e o trabalho no laboratório como ferramenta didática na área de Ciências. Tais questões são semelhantes às registradas na educação em Ciências presencial nas décadas de 1970 e 1980, ao serem questionados o papel das atividades do laboratório escolar no ensino e na aprendizagem de Ciências e a estrutura do espaço do laboratório.

Entre 1980 a 1990, as atividades de laboratório são compreendidas, na comunidade de Educação em Ciências, como especialmente importantes no ensino e na aprendizagem das Ciências. Nesse período histórico, em cursos de EaD, desenvolvem-se atividades multifacetadas para além do laboratório didático. Os cursos da O.U. do Reino Unido dispõem, até 1995, de *kits* experimentais, os quais são enviados aos estudantes, como, por exemplo, áudio em fita cassete em conjunto com guias de orientação, fitas de vídeo, simulações, bem como se utilizam de laboratórios de instituições de ensino locais (ROSS; SCANLON, 1995).

Há a ocorrência do crescimento exponencial de recursos tecnológicos computacionais com implicações significativas no ensino, na aprendizagem e na pesquisa sobre atividades de laboratório em Ciências. Observamos que acontece a introdução de computadores no contexto do ensino com a criação da linguagem de computador Logo⁵, entre 1967 e 1968, a partir das ideias de Seymour Papert (SOUZA, 2013). Através disso, é possibilitado espaçotempo inicial para as crianças programarem e desenharem figuras matemáticas. Trata-se de um período histórico de avanços no desenvolver dos computadores, ainda escassos nas instituições de ensino e sem as ferramentas gráficas conhecidas atualmente.

Nesse contexto sociocultural, surge a possibilidade de atividades experimentais em Ciências com o uso de diferentes artefatos em processos investigativos, com **espaçotempo** não tradicionais nas Ciências *online*. Assim, torna-se possível oferecer cursos em EaD ao se incluírem os avanços das tecnologias da internet na promoção de interações entre aluno-aluno e aluno-professor/tutor e ao se oportunizar o envolvimento destes em projetos colaborativos (SCANLON, 2002). Em meados de 1995, são desenvolvidos projetos colaborativos de aprendizagem em curso de Ciências na EaD. Para tanto, foram realizadas conferências via computador, incluindo *chats*, espaço de compartilhamento de desenhos e acesso a informações multimídia, que interligaram estudantes de diferentes pontos geográficos (SCANLON, 2002).

Com o avanço e o aperfeiçoamento dos computadores na década de 1990, é disponibilizada quantidade significativa de simuladores *Java Applet*⁶ e imagens animadas. As melhorias na

⁵ “A comunidade pedagógica passou a incorporar as ideias de Papert a partir de 1980, quando lançou o livro *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas* – no qual mostrava caminhos para utilização das máquinas no ensino” (SOUZA, 2013).

⁶ *Java Applet* – Linguagem de programação Java utilizada no desenvolver de *softwares* aplicativos (*Applets*) executados nos navegadores da internet.

linguagem de objetos possibilitam desenvolver simulações e animações interativas como auxiliares no ensino e na aprendizagem das Ciências. Frente a isso, visualizamos formas de adaptar os ambientes de aprendizagem às necessidades de estudantes e professores. Em diferentes cursos, as linguagens de programação são substituídas por simulações específicas e fomentam ambientes de modelagem na busca por desenvolver a aprendizagem dos estudantes (LINN, 2004).

No final da década de 90, é visível a projeção de recursos remotos no desenvolvimento de atividades de laboratório em cursos EaD via Internet (WINER et al., 2000). Trata-se da emergência de ampla gama de atividades práticas remotas, conhecidas como *Practical Experimentation by Accessible Remote Learning* – PEARL⁷, (SCANLON, 2002), que se baseiam em fazeres colaborativos em torno do trabalho experimental em laboratório remoto ao se fornecer *feedback* pelos comentários de tutores e pela interação entre os colegas aos alunos frente suas atividades com o experimento (WINER et al., 2000).

A partir do uso de computadores enquanto ferramentas ficam evidenciados “novos rumos para o laboratório escolar de Ciências”, visto que este aparato tecnológico se torna auxiliar nos processos de construir conceitos, propor e refinar questões, fazer e testar previsões, formular planos para os experimentos, coletar e analisar dados, além de contribuir na interpretação de gráficos e resultados (BORGES, 2002). Diante da presença de computadores em sala de aula e laboratórios, é revelada a necessidade de instigarmos a investigação e o desenvolvimento de atividades experimentais entre estudantes da turma, permitindo-os reunir, visualizar, analisar e comunicar as informações obtidas (THORNTON, 2012).

Percebemos as interações feitas com simulações interativas como auxiliares para os estudantes entenderem sistemas, processos ou fenômenos do mundo natural. Nos ambientes escolares, são propostas as atividades práticas e simulações como forma de permitir aos estudantes resolver problemas, tomar decisões e observar os efeitos dessas atividades (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004). Na década de 2000, com os diferentes recursos da “chamada *web 2.0*”⁸, ampliam-se as possibilidades de desenvolvermos ações de experimentação em Ciências via internet. Nessa perspectiva, estas potencializam os espaços de fala, escrita (com expressões gráficas), leitura, recursividade e interação entre os sujeitos de grupos sociais diferentes.

Perante as investigações sobre a aprendizagem colaborativa em cursos da EaD, compreendemos o movimento de desenvolver as atividades experimentais das Ciências através da colaboração de diferentes sujeitos em espaços geográficos e tempos distintos. Apontamos possibilidades de envolver os estudantes nas resoluções de problemas a distância, nas tomadas de decisões em grupos, nos diálogos por escrita, por vídeo e face a face (SCANLON, 2002). Nesse sentido, “[...] os laboratórios baseados em computadores deixam mais tempo para os estudantes se dedicarem a atividades mais centrais para o pensamento crítico [...]” (BORGES, 2002, p. 310).

⁷ PEARL – Espaços via *web* para se desenvolver a “aprendizagem de atividades práticas experimentais remotas”.

⁸ *Web 2.0* – Utilizada pela primeira vez em 2004, inicia os movimento de reconhecer os princípios da “[...] Web como plataforma, inteligência coletiva, base de dados, software como serviço, simplicidade e reusabilidade, independência de hardware, interfaces ricas” (TORI, 2010, p. 215-217).

Dessa forma, os experimentos remotos têm o propósito de servirem como espaços de experiências de laboratório em Ciências. Os estudantes, ao se conectarem ao laboratório, têm flexibilidade em termos de tempo, localização e necessidades especiais (SCANLON, 2002). No âmbito do ensino e da aprendizagem em laboratório, podemos desenvolver a observação em tempo real através de um observatório online (LAMBOURNE, 2007, p. 34). Acreditamos ser necessário assumir enfoque dialógico na experimentação remota, fomentando interações entre os estudantes e tutores em seus ambientes de aprendizagem das Ciências. Consideramos que o processo de aprendizagem ocorre em espaços de diálogos entre o professor e os estudantes e, por isso, apostamos em uma combinação integrada de vários meios de comunicação (PAOLO et al., 2004).

Em contrapartida, Jeschofnig e Jeschofnig (2011) relatam a rara oferta de cursos de Ciências *online* frente à incerteza sobre como disponibilizar componente de laboratório válido; à dificuldade de ofertar componente fora do *campus* para desenvolver a experiência de laboratório; às dúvidas sobre a realização de trabalhos práticos, pelos estudantes, em espaços não tradicionais de laboratório; às incertezas de que o trabalho de laboratório realizado fora do *campus* seja tão eficaz quanto o trabalho em laboratórios formais; e à insegurança de os estudantes realizarem atividades experimentais sem supervisão (JESCHOFNIG; JESCHOFNIG, 2011).

No ambiente escolar, no que tange à formação de professores e ao desenvolvimento profissional, o laboratório de ciências continua sendo um ambiente exclusivo para o ensino e a aprendizagem das Ciências (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004). Neste sentido, compreender emergir o desafio formativo de professores, em longo prazo, com o propósito de compreendermos o referido espaço como um ambiente social. Cabe ressaltarmos a importância das interações dos sujeitos com materiais e dados – entre estudantes, com seus professores e com fontes específicas de informações –, a fim de que seja oportunizada a aprendizagem. Isto nos permite afirmar que é possível investigarmos os registros das atividades dos estudantes nos processos formativos pela EaD a partir das discussões *online*, das notas de reflexão e da construção de modelos ou mapas conceituais (LINN, 2004).

Observamos as diferentes interfaces da internet, emergentes na última década, como possibilidades futuras no reduzir distâncias às interações em processos educativos. Para isto, utilizamos plataformas virtuais, videoconferência, webconferência, ambientes virtuais 3D e *games* articulados à realidade virtual, à realidade aumentada, entre outros recursos, para promovermos a “educação sem distância em EaD” (TORI, 2010). Portanto, faz-se necessário articularmos as TIC a mudanças dos processos metodológicos e oportunizarmos distintas concepções, recursos, currículos e ambientes de aprendizagem. Nessa perspectiva, podemos desenvolver a educação em Ciências *online* com o auxílio de ferramentas da *web* 2.0 pela autoria, colaboração, imersão e mobilidade.

Observamos a existência de investigações sobre o uso de dispositivos móveis em atividades de laboratório de Ciências nessa última década. O *tablet* como uma potente ferramenta para os estudantes em sala de aula de Ciências, sem o uso de papel, no desenvolver de múltiplas representações, como a escrita, a aquisição de dados, as análises (entre elas, as gráficas) e as simulações (GUELMAN et al., 2009). Dessa maneira, é permitida a mobilidade em atividades de laboratório de Ciências com o uso de ferramentas computacionais sem fio, como *tablets* e *smartphones*, através de sensores e *softwares* (HREPIC, 2011; VIEIRA,

2013).

A experimentação em Ciências na EaD em rede colaborativa com artefatos científicos

Nesse tópico, escrevemos sobre significativas transformações na Ciência contemporânea, pelas quais são disponibilizados recursos científicos à Educação em Ciências em comunidades colaborativas. Os avanços no *designer* instrucional e nas TIC oportunizam mediar a integração de diferentes artefatos à experimentação em Ciências na EaD. Com os financiamentos de projetos às comunidades de Ciências, ampliam-se as pesquisas e desenvolvem-se diferentes metodologias, com o propósito de envolver professores e estudantes em trabalho colaborativo em rede, como forma de acesso à educação científica contemporânea.

As contribuições à experimentação na área de Ciências EaD mais expressivas ocorreram ao longo dos últimos 40 anos. A partir da década de 70, com a criação da *Open University* e com os avanços nas TIC, observamos movimentos de democratização do Ensino Superior, da pesquisa e do acesso à educação científica. Este período é de significativas modificações na forma de se desenvolver ciência, no que tange a aspectos metodológicos do ensino e da organização da comunidade científica (FREITAS, 2002). O fazer Ciência por meio de atividades teórico-práticas consolida profundas mudanças nas últimas décadas. Os cientistas contemporâneos, ao se utilizarem das TIC para ter acesso a experimentos remotos, desenvolvem experimentos colaborativos, compartilham dados, têm acesso a bibliotecas digitais e realizam comunicações de resultados (SCANLON, 2002, p. 84).

A transformação dos modos de desenvolvimento da pesquisa e das metodologias de ensino ensejam avanços à experimentação em Ciências nos diferentes contextos educativos pela apropriação das TIC articuladas ao *designer* instrucional. Compreendemos, a partir das investigações das últimas décadas, desafios pedagógicos frente aos recursos da Ciência *online* em diferentes contextos educativos e observamos nos processos formativos em espaços *online* a mediação pedagógica "[...] requerer dos professores domínio das TIC e conhecimento das possibilidades apresentadas pelas diversas mídias, no sentido de garantir diálogo, a construção do conhecimento e a efetiva aprendizagem *online*" (OLIVEIRA, 2012, p. 174).

Na Ciência contemporânea, podemos nos utilizar de recursos/artefatos científicos resultantes da integração das TIC na experimentação escolar e acadêmica em comunidades colaborativas. No decorrer dos anos 90, as investigações em Educação em Ciências se centram no diálogo a respeito das necessidades de integrar as TIC aos currículos acadêmicos e escolares (SCANLON, 1997). Notamos significativos avanços na pesquisa, efetuados em áreas como psicologia, na aprendizagem das Ciências e na natureza destas. Além disso, com a evolução das ferramentas das TIC, obtemos diferentes recursos para as atividades experimentais de laboratório, como potenciais no ensino e na aprendizagem das Ciências (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004).

Como exemplo disso, apontamos, segundo Lambourne (2012), como são desenvolvidas as atividades experimentais em cursos de Ciências da O.U.: a) experimentos remotos em tempo real via internet; b) uso de *softwares* e equipamentos virtuais (simuladores, animações, entre outros); c) fornecimento de *kits* com equipamentos e manuais completos enviados aos estudantes; d) agrupamento de estudantes em laboratórios das universidades; e e)

participação de cursos intensivos em períodos de férias em universidade presencial.

Diante das demandas dos cursos a distância da O.U., foram necessários investimentos governamentais em parceria com as universidades e a comunidade científica. Na literatura identificamos que esses investimentos acontecem em duas grandes áreas, com a necessidade de pesquisa e do desenvolvimento de recursos e atividades a serem exploradas na EaD. Uma das áreas financiadas envolve a construção de bancos de recursos para armazenar *softwares*, simuladores e videoaulas em espaço de apoio ao ensino de professores e estudantes. A outra abrange a proposição de atividades didáticas com os recursos para se fomentar habilidades de laboratório da área de Ciências (LAMBOURNE, 2007).



Figura 1: Ambiente de laboratório na *web* com experimentos remotos

Fonte: <<http://www.ises.info/index.php/en/laboratory>>.

No sentido de contemplar as habilidades de laboratório, é ofertada aos estudantes de cursos da EaD uma conexão a experimentos remotos das comunidades científicas de Ciências (SCANLON, 1997). Para que sejam desenvolvidos e disponibilizados os referidos experimentos em tempo real via internet, é necessária a utilização de ferramentas complexas para a aquisição, o processamento de dados, o controle remoto de atividades experimentais e de outros processos (iSES⁹, 2013) (Fig.1). O acesso a experimentos remotos é resultado do trabalho colaborativo entre universidades, pesquisadores e financiamentos governamentais. Por exemplo, em 1997, cria-se o RExLab¹⁰ na Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, ao qual se articula uma rede de 12 universidades – RexNet, em 5 países diferentes.

Nesta rede, são desenvolvidas atividades práticas com ênfase no trabalho colaborativo,

⁹ iSES – *internet School Experimental System* – Acesso a diferentes experimentos remotos via *web*.

¹⁰ RExLab – Laboratório de Experimentação Remota da UFSC. Disponível em: <<http://rexlab.ararangua.ufsc.br/?q=experimentos>>.

sendo realizadas atividades experimentais na EaD em laboratórios remotos. Os retornos aos alunos sobre suas experiências são comunicados pelos comentários de tutores e pela interação entre colegas da turma (PAOLO et al., 2004). A atividade experimental remota é entendida como um sistema de instrumentação virtual controlado com coleta de dados e participação ativa de sujeitos em interatividade, por meio do manuseio do experimento e da comunicação entre diferentes usuários em tempo real (PESSANHA et al., 2011). Entretanto, os experimentos remotos desafiam as habilidades processuais dos usuários. Citamos, como exemplo, o acesso a um microscópio eletrônico da comunidade de astronomia, onde se faz necessário saber efetuar os ajustes das lentes para observar um evento astronômico (SCANLON, 2002).

O contexto de formação social em rede – marco histórico da contemporaneidade – é caracterizado pela liberdade de produção, organização e publicação de conteúdos em rede e viabilizado pelo desenvolvimento de ferramentas sociais na *web* (TORI, 2010). Isto vislumbra o surgimento das comunidades de aprendizagem em ambientes virtuais e/ou redes sociais, como bibliotecas virtuais, museus interativos, autorias coletivas (Wikipédia, Google Docs), mapas conceituais coletivos, interações *online*, simuladores virtuais, jogos *online*, bem como assistir, postar e comentar vídeos, simulações em 3D e outros.



Figura 2: Ambiente com disponibilização de simuladores

Fonte: <http://phet.colorado.edu/pt_BR/about>.

Assim, professores e instituições, através dos recursos da *web*, podem fazer usos de cursos, materiais, espaços interativos, o que, teoricamente, possibilita o acesso aos referidos recursos em diferentes horários e locais geográficos (SCANLON, 2002). Exemplos disso são os passeios virtuais em museus e os espaços de interação e diálogos investigativos via internet. Nesses ambientes, também podemos desenvolver questionamentos, via internet ou telefone, em torno de temas a serem debatidos e respondidos por especialistas (SCANLON, 1997). Também são dispostos no contexto educativo diferentes bancos de recursos multimídia, com simulações interativas, a partir de modelos computacionais como apoio às atividades de laboratório de Ciências. Encontramos inúmeros simuladores em *java applets* desenvolvidos pelo grupo *PhET Colorado* (PHET, 2013), conforme figura 2.

Os referidos avanços na internet nos disponibilizam recursos e artefatos da Ciência

contemporânea na *web*, inclusive nos âmbitos das escolas e universidades. Dessa forma, há a necessidade de integrarmos investigações do *design* instrucional aos recursos pedagógicos no ensino e na aprendizagem em atividades experimentais de Ciências via internet (SCANLON, 2002), projetando ambientes de aprendizagem para a educação científica. Nos referidos ambientes, são incluídas avançadas representações multimídias, ferramentas de modelagem, que oportunizam a interação entre sujeitos, através de mecanismos inteligentes, modelos computacionais e simulações (LEMKE, 2013).

Um acordo de cooperação, realizado em 1997 entre o Brasil e os Estados Unidos, é um marco histórico para o ensino de Ciências no Brasil, em função do desenvolvimento e da disponibilização da tecnologia para o uso pedagógico, envolvendo a produção de Objetos Virtuais de Aprendizagem articulada à Secretaria de Educação a Distância – SEED do Ministério da Educação. A partir de 2004, o processo de produção de diferentes tipos de objetos de aprendizagem no Brasil passou a ser desenvolvido pelas universidades, constituindo Rede Interativa Virtual de Educação – RIVED (RIVED, 2013).

Na comunidade de Educação em Ciências, diante do uso de simuladores, ampliam-se os diálogos investigativos em torno das atividades experimentais. Nesse sentido, “[...] a simulação é uma mediação distinta, pois relaciona os fenômenos macroscópicos e sub-microscópicos, em uma construção teórica que nem sempre encontra sustentação empírica para medições” (GIORDAN, 2008, p. 190). Com base no que foi citado, reconhecemos os ambientes de modelagem e simulação como formas de tornar o pensamento sobre um fenômeno ou evento visível, oportunizando de maneira mais simples aos estudantes a realização de atividades experimentais ou as simulações de um experimento que seria perigoso ou difícil de executar usando materiais físicos (LINN, 2004).

Na década de 2000, Medeiros e Medeiros (2002) escrevem sobre as “possibilidades e limitações das simulações computacionais” para os contextos educativos. Ressaltam a importância de investigarmos os modelos na simulação e como estes representam explicações limitadas do fenômeno apresentado em face às simplificações necessárias para a construção de um artefato. Para tanto, percebemos a simulação como não substitutiva do experimento físico, pelas diferenças significativas existentes no ato de se experienciar um fenômeno com auxílio do experimento e/ou da simulação computacional (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002).

O ato de investigar os fenômenos através do experimento em cursos na EaD nos aponta para diferentes estratégias utilizadas na aprendizagem ativa das atividades de laboratório de Ciências. Podemos desenvolver as referidas atividades a partir de materiais do cotidiano, promover a interação com os estudantes em previsões em torno das atividades, além de usar vídeos curtos e imagens investigadas de forma colaborativa (LAWS, 2013). Portanto, assumimos para as atividades experimentais em Ciências a centralidade dos meios de comunicação em suas distintas formas, como narrativos, interpretativos, adaptativos, comunicativos e produtivos (LAURILLARD, 2004).

Faria et al. (2011) relatam a experiência de envolver estudantes no uso de Microscópio Simulado em Realidade Aumentada – MiRA. Analisam ser possível explorar o referido artefato em aulas na EaD como recurso didático, se disponibilizada orientações aos estudantes em ambiente virtual na internet. Ainda, trazem como resultados o conhecimento acerca da constituição do equipamento e a leitura de lâminas. Por disponibilizarem ambiente

explicativo sobre o funcionamento do recurso com espaço de consultas e tirar dúvidas, constatam maior aceitação do *software*, se comparado ao Microscópio físico (FARIA et al., 2011).

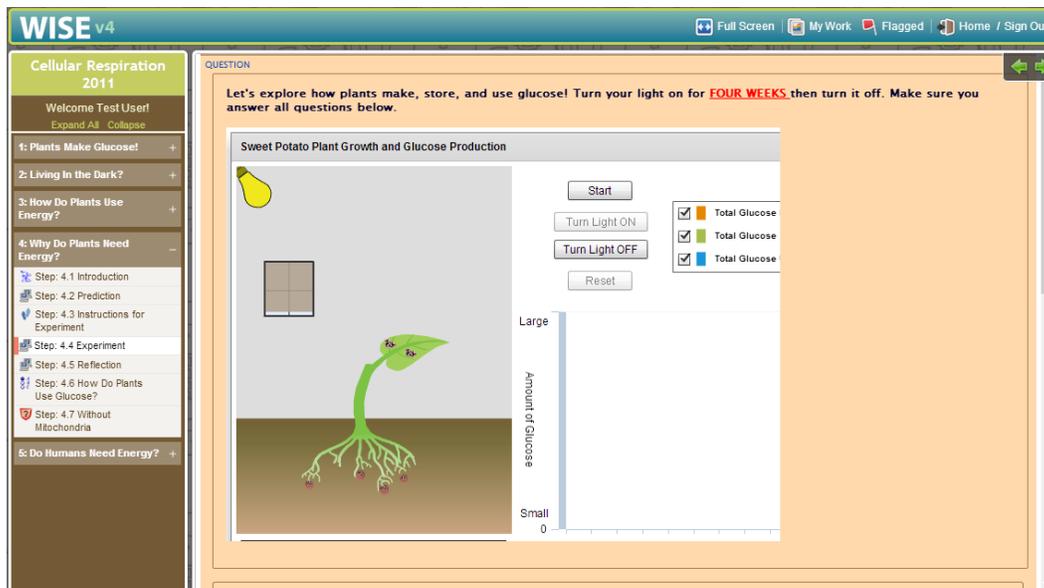


Figura 3 – Software de gerenciamento do ambiente investigativo na web
Fonte: <<http://wise.berkeley.edu/webapp/preview.html?projectId=1100>>.

Desenvolvem-se na comunidade científica de Ciências, em conjunto com *designers*, *softwares* de gerenciamento da aprendizagem por investigação via internet. As atividades de laboratório como "ambientes de pesquisa nas Ciências baseados na Web"¹¹ (LINN, 2004, p.25) se constituem como possibilidade para ações experimentais *online* (Fig. 3). Ao optarem por um tema, os sujeitos se conectam a atividades do tipo "andaime", realizam previsões e questionamentos em campos específicos, comunicam os conhecimentos iniciais sobre o assunto e alimentam um banco de dados do *software*. Também, desenvolvem atividades experimentais com modelos computacionais, avaliam e distinguem informações discrepantes ao construírem explicações baseadas em evidências, através da reflexão e discussão com *feedbacks* do sistema nas diferentes etapas.

Na ciência contemporânea, utilizamos as TIC para construirmos laboratórios virtuais colaborativos, nos quais pesquisadores se comunicam, compartilham dados, modelos e interagem com ferramentas de desenvolvimento via internet (LEMKE, 2013). Trata-se do espaço-tempo da década de 2000, no qual compreendemos que grupos de pesquisa não apenas trocam conjuntos de equações e dados numéricos, mas operam com simulações e modelos computacionais com visualizações dinâmicas e interativas. Utilizamos ferramentas complexas de representação e análise e também projetamos em perspectivas futuras a compreensão e comunicação das Ciências por meio de tais ferramentas multimídia (LEMKE, 2013).

¹¹ WISE – *Web-Based Inquiry Science Environment* – software livre de gerenciamento da aprendizagem baseada em investigação. Disponível em: <<http://wise.berkeley.edu/webapp/preview.html?projectId=1100>>.

Considerações Finais

Por meio da escrita sobre as percepções históricas da experimentação em Ciências, compreende-se a convergência de ações e atividades experimentais nas Ciências em diferentes contextos educativos. Destacamos os últimos 40 anos, pelo significativo desenvolvimento de diferentes artefatos (materiais e simbólicos) na busca de imersão dos sujeitos em processos investigativos sobre fenômenos da natureza. Diante disso, a mediação, interação, diálogo, colaboração e autoria em atividades experimentais no contexto escolar e acadêmico são desafios das Ciências *online*.

A partir das diferentes percepções apresentadas nesta investigação, compreendemos a democratização das TIC e dos contextos educacionais como centrais para transformar a experimentação em Ciências. Os experimentos remotos, *softwares*, modelos computacionais, plataformas de aprendizagem, animações, simulações, *kits* de laboratório, vídeos, ferramentas multimídia são, nesse contexto, possíveis artefatos/recursos a serem utilizados em atividades experimentais dos cursos de Ciências na modalidade EaD. Na comunidade científica contemporânea, utilizamo-nos destes recursos/artefatos para mediar à aprendizagem em Ciências, por meio da interação entre diferentes sujeitos em redes colaborativas *online*.

Frente às compreensões expressas ao longo dessa pesquisa, observamos como desafio a investigação sobre as diferentes possibilidades de experimentação em Ciências em espaços formativos de professores. Acreditamos na necessidade de desenvolvermos ambientes de pesquisa-formação de professores em busca de aproximar a comunidade científica, a educação científica e a comunidade de professores de Ciências. Entre os desafios estão à apropriação das ferramentas tecnológicas, o uso de artefatos/interfaces disponibilizados pelas comunidades científicas e a articulação teórico-prática dos mesmos na Educação em Ciências em seus diferentes contextos.

Referências

- BICUDO, M. A. V. **Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica**. São Paulo: Cortez, 2011.
- BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.3, Florianópolis, p.291-313, dez. 2002.
- FARIA, J. C. N. et. al. O Ensino de Biologia Celular e Tecidual na Educação a Distância por Meio do Microscópio Virtual. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.6, n.3, p.63-75, 2011.
- FREITAS, C. S. Open University: a democratização do conhecimento científico e a utilização de novas tecnologias da informação. In: SOBRAL, Fernanda. **Educação, ciência e tecnologia na contemporaneidade**. Pelotas: Educat, 2002.
- GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de Ciências**. Ijuí: Unijuí, 2008.
- GUELMAN, C. B. et al. The influence of tablet PCs on students' use of multiple representations in lab reports. **AIP Conference Proceedings**, *Ann Arbor*, v. 1179, p.153-156, 2009.
- HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The laboratory in science education: foundations for the

twenty-first century. **Science Education**, v.88 n.1 p.28-54, 2004.

HREPIC, Z. Wireless computers in classrooms: enhancing interactive physics instruction with tablet PCs and dyKnow software. **Latin-American Journal of Physics Education**, v.5, n.2, jun. 2011.

ISES. **Internet School Experimental System**. Disponível em: <<http://www.ises.info/index.php/en/laboratory>>. Acesso em: 17 out. 2013.

JESCHOFNIG, L.; JESCHOFNIG, P. **Teaching lab science courses online**: resources for best practices, tools, and technology. United Kingdom: John Wiley and Sons, 2011.

KIRSCHNER P. A.; MEESTER. M. A. M. **The laboratory in higher science education**: problems, premises and objectives. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1988.

LAMBOURNE, R. Laboratory-based teaching and the Physics Innovations Centre for Excellence in Teaching and Learning. **European Journal of Physics**, 28, 2007.

_____. **Physics and distance education**. Disponível em: <<http://web.phys.ksu.edu/icpe/Publications/teach2/Lambourne.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2012.

LAURILLARD, D. Rethinking the teaching of Science. In: HOLLIMAN, Richard; SCANLON, Eileen. Mediating science learning through information and communications technology. **E-book**, London in New Work: Routledge Falmer, 2004.

LAWS, P. **Comments on D3**: Physics and distance education. Disponível em: <http://web.phys.ksu.edu/icpe/Publications/teach2/comments_on_Lambourne.pdf>. Acesso em: 16 out. 2013.

LEMKE, J. L. **Investigating interactive immersive worlds**: assessing the relevance of computer games for STEM learning environment design. Disponível em: <<http://www.jaylemke.com/storage/Investigate-InteractiveWorlds-NSF-2006.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2013.

LINN, M. C. Using ICT to teach and learn science. In: HOLLIMAN, R.; SCANLON, E. Mediating science learning through information and communications technology. **E-book**, London in New Work: Routledge Falmer, 2004.

LUNETTA, V. N. The school science laboratory: historical perspectives and contexts for contemporary teaching. **International Handbook of Science Education**, Boston/London, p.249-262, 1998.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.24, n.2, jun 2002.

MILL, D. Ensino e aprendizagem na educação virtual: noções elementares para educadores e gestores. IN: MILL, D.; MACIEL, C. (org.). **Educação a distância: elementos para pensar o ensino aprendizagem contemporâneo**. Cuiabá: EdUFMT, p. 19-36, 2013.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2011.

OLIVEIRA, M. O. M. et al. Multimídia e Educação. In: SILVA, M. (Org.). **Formação de**

professores para a docência online. São Paulo: Edições Loyola, 2012.

PAOLO, T. D. et al. Redesigning practical work: web-based remote experimentation. In: HOLLIMAN, R.; SCANLON, E. Mediating science learning through information and communications technology. **E-book**, London in New York: Routledge Falmer, 2004.

PESSANHA, M. C. R. et al. Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de Física experimental a distância. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.32, n.4, 2011.

PETERS, O. **A Educação a distância em transição: tendências e desafios.** São Leopoldo: Unisinos, 2012.

PHET. **Simulações interativas em Ciências.** Disponível em: <http://phet.colorado.edu/pt_BR>. Acesso em: 2 dez. 2013.

REXLAB/UFSC. **Experimentação remota.** Disponível em: <<http://rexlab.araranqua.ufsc.br/?q=experimentos>>. Acesso em 11 out. 2013.

RIVED. **Rede Interativa Virtual de Educação.** Disponível em: <http://rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php>. Acesso em: 2 dez. 2013.

ROSS, S.; SCANLON, E. **Open science: Distance teaching and open learning of science subjects.** P. Chapman Pub., 1995.

SCANLON, E. et al. Contemporary approaches to learning science: technologically mediated practical work. **Studies in Science Education**, v.38, n.1, p.73-114, 2002.

_____. Learning science on-line. **Studies in Science Education**, v.30, n.1, p.57-92, 1997.

SILVA, M. **Formação de professores para a docência online.** São Paulo: Edições Loyola, 2012.

_____; SANTOS, E. **Avaliação da aprendizagem em educação online.** São Paulo: Edições Loyola, 2006.

_____. O fundamento comunicacional da avaliação da aprendizagem na sala de aula online. In.: SILVA, M.; SANTOS, E. (Orgs.). **Avaliação da aprendizagem em educação online.** São Paulo: Loyola, p. 23-36, 2006.

SOUZA, A. **Entrevista com Seymour Papert.** Disponível em: <<http://www.dimap.ufrn.br/~jair/piu/artigos/seymour.html>>. Acesso em: 11 out. 2013.

THORNTON, R. K. **Effective learning environments for computer supported instruction in the Physics classroom and laboratory.** Disponível em: <<http://web.phys.ksu.edu/icpe/publications/teach2/thornton.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2012.

TORI, R. **Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem.** São Paulo: Senac, 2010.

VIEIRA, L. P. **Experimentos de Física com tablets e smartphones.** 2013. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, 2013.

WINER, L. R. et al. A distributed collaborative science learning laboratory on the internet.

American Journal of Distance Education, v.14, n.1, p.47-62, 2000.

WISE. **Web-Based inquiry science environment.** Disponível em:
<<http://wise.berkeley.edu/webapp/index.html>>. Acesso em: 4 dez. 2013.