

ESTRATÉGIAS DE DIVULGAÇÃO CIÊNTEFICA: ESTUDO DE CASO DO ENSINO COM LAMPADAS FLUORESCENTES NA EDUCAÇÃO BÁSICA

**Estrategias para la Divulgación de la Ciencia: Un Estudio de Caso de la Enseñanza con
Lámparas Fluorescentes en Educación Básica**

**Strategies on Scientific Dissemination: A Case Study of Teaching with Fluorescent Lamps
in Basic Education**

Recibido: 20 de Agosto de 2013
Aprobado: 14 de Octubre de 2013

Ricardo Shitsuka
rshitsuka@uol.com.br



Doutor em Ensino de Ciências pela Universidade Cruzeiro do Sul, Mestre em Engenharia pela EPUSP, Graduado em Computação, Graduado em Odontologia, Graduado em Pedagogia, Graduado em Engenharia. Professor Adjunto II na UNIFEI desde 2010, Tutor de EAD no PIGEAED/LANTE/UFF desde 2011.

Viviane Morcelle de Almeida



Professora Adjunta, Universidade Federal de Itajubá. Bacharel em Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro; Mestrado em Física, Universidade de São Paulo, São Paulo; Doutorado em Física, Universidade de São Paulo, São Paulo; Pós-Doutoramento em Física, Universidade Federal Fluminense

Resumo

A divulgação científica é importante na formação das crianças que hoje se encontram na Educação Básica e futuramente deverá definir os caminhos de suas vidas. A escola é um ambiente onde a divulgação pode ocorrer de modo mais eficiente, uma vez que nela se encontram alunos com idades próximas, tornando possível adequar a mensagem para o público considerado. Para tanto é necessário o estabelecimento de projetos desafiadores e que possuam significado para o aluno, o que ocorre quando se faz uso de estratégias adequadas. O objetivo do presente estudo é verificar se as estratégias de comunicação utilizadas na divulgação científica, onde se trabalhou com recuperação de lâmpadas fluorescentes, foram adequadas aos alunos. Uma pesquisa exploratória qualitativa foi realizada num colégio municipal, localizado no Município de Itabira-MG, na região sudeste do Brasil. Este trabalho contou com a divulgação nas salas de aula, encontros de sensibilização, pesquisas em laboratório de informática e apresentação final para a comunidade na Semana de Ciência e Tecnologia de Itabira. Os resultados indicam que as estratégias foram adequadas, visto que os alunos entrevistados mostraram-se motivados na realização do trabalho e com forte envolvimento, manifestando seu apreço pelo mesmo e tendo demonstrado um aprendizado significativo.

Palavras-chave: Divulgação científica, Aprendizagem significativa, Ensino de ciências.

Resumen

La comunicación científica es importante en la formación de los niños que hoy están en la Educación Básica y definirá los caminos del futuro de sus vidas. La escuela es un lugar donde se puede realizar la divulgación de manera más eficiente, ya que unen los estudiantes cercanos en edad y se hace posible adaptar el tipo de mensaje al público considerado, y para ello es necesario contar con proyectos desafiantes que tengan sentido para el estudiante y esto ocurre cuando se hace uso de estrategias adecuadas. El objetivo de este estudio es verificar que las estrategias de comunicación utilizadas en publicaciones científicas en el caso de trabajar con la recuperación de lámparas fluorescentes eran apropiadas para los estudiantes. Se realizó un estudio de caso exploratorio, cualitativo, en una ciudad universitaria situada en Itabira, en el sureste de Brasil. Se hizo divulgación en las aulas, reuniones de sensibilización, la investigación en el laboratorio de computación y la presentación final a la comunidad durante la Semana de la Ciencia y la Tecnología Itabira. Las estrategias han demostrado ser

buenas. Los alumnos encuestados voluntarios fueron motivados para hacer el trabajo, les gustó, se involucraron y todo indica que hubo un aprendizaje significativo.

Palabras claves: Difusión científica, Aprendizaje significativo, Enseñanza de las ciencias

Abstract

Science communication is important in the formation of children who today are in Basic Education and will define future paths for their lives. The school is a place where public communication of science may occur more efficiently because it joins students of the same age group and it offers the possibility of tailoring the type of message according to the audience considered, and for that it is necessary to count on challenging projects that make sense to the student and this occurs when you make use of appropriate strategies. The aim of this study is to verify if the communication strategies used in scientific publications in a case related to the recovery of fluorescent lamps were appropriate to the students. It was conducted a qualitative exploratory research, a case study in a college located in Itabira City that is located in southeastern Brazil. There was the disclosure in classrooms, awareness meetings, research in the computer lab and the final presentation to the community on Week of Science and Technology of Itabira. The strategies have proved to be good. Students volunteer respondents were motivated to do the work, they liked it, and they got involved and learned significantly.

Keywords: Scientific dissemination, Meaningful learning, Science teaching

Introdução

A discussão da questão ambiental e da sustentabilidade é essencial para a preservação de recursos naturais para as gerações futuras. Dentro deste contexto é importante que o aluno de educação básica tenha acesso a um aprendizado significativo acerca da educação ambiental, onde o mesmo deve estar envolvido como sujeito do processo. Para tal faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias de ensino, bem como da divulgação do trabalho desenvolvido neste campo. A sociedade contemporânea é continuamente bombardeada por centenas de informações diariamente, e nossos alunos estão imersos neste processo. Seja através dos meios de comunicação tradicionais ou por mídias eletrônicas. Além disso, os estudantes despendem várias horas diárias em redes sociais e videogames, estabelecendo-se assim uma concorrência destes com o tempo a ser dedicado aos estudos. Dentro deste cenário, é necessário um planejamento adequado do trabalho a ser desenvolvido, incluindo forte empenho e dedicação por parte do docente, caso contrário o mesmo pode não surtir os efeitos que se deseja alcançar. A divulgação científica deve envolver não apenas os alunos e docentes, mas também suas famílias e a comunidade como um todo, e isto se torna um grande desafio para os educadores envolvidos no processo.

O objetivo do presente trabalho é apresentar as estratégias de comunicação e o uso de tecnologias adotadas no ensino de disciplinas técnicas e científicas de cursos de educação básica em uma instituição localizada na região sudeste do Brasil, e verificar a efetividade dessas estratégias junto aos alunos, professores e monitores.

Neste trabalho aborda-se o consumo de lâmpadas fluorescentes e a necessidade de sua reciclagem, a educação ambiental da geração atual, as estratégias de comunicação e a metodologia do trabalho. Apresentamos os resultados e a respectiva discussão, bem como nossas considerações finais.

1. O Consumo De Lâmpadas Fluorescentes E A Necessidade De Reciclagem E A Divulgação Para Educação Ambiental

As lâmpadas fluorescentes após uso são consideradas como resíduo perigoso por conterem mercúrio, cádmio e outros elementos comprovadamente nocivos à saúde humana (Oliveira; Gabriele; Firmino; Cunha; Máximo & Santos, 2012, Silva, 2013, Mourão & Seo, 2013).

As lâmpadas fluorescentes estão disponíveis no mercado em vários tipos, dentre os quais podemos citar: as de alta pressão, as comuns retas e as em formato de U ou curvadas. Um aprofundado estudo acerca dos diferentes tipos de lâmpadas e seus constituintes foi realizado por Polanco (2007). Apesar do aprofundamento neste tema aparentar um desvio do escopo do presente estudo, o qual é voltado para a questão da educação ambiental e da disseminação da informação, torna-se necessário um conhecimento mínimo, que visa a compreensão do desenvolvimento do trabalho e sua relevância.

As lâmpadas de alta pressão contêm quantidades maiores de mercúrio, que é um elemento tóxico, do que as dos demais tipos. Em 1998 foram descartadas no Brasil quase 49 milhões de unidades de lâmpadas de mercúrio, com uma carga poluidora em torno de 1.000 kg de mercúrio. Alguns anos depois, em 2001 o descarte do mesmo tipo de material passou a 80 milhões de unidades (Mombach; Riella & Kuhnen, 2008). Por volta de 2005, o consumo nesse País foi de cerca de 100 milhões de lâmpadas por ano e a tendência é apenas aumentar tal consumo com o passar dos anos (Polanco, 2007, Mourão & Seo, 2012). Em 2010 o consumo estimado ficou em torno de 200 milhões de lâmpadas fluorescentes anuais no Brasil, sendo apenas 6% deste montante reciclado corretamente (EXAME, 2010). Apesar deste crescimento anual do consumo de lâmpadas fluorescentes, várias fábricas brasileiras fecharam suas portas: em 2007, a fábrica de lâmpadas Sylvania foi desativada em São Paulo, enquanto que no Rio de Janeiro, a General Electric (GE) fechou sua fábrica no ano seguinte. Seguindo na mesma direção foi a vez da empresa Phillips encerrar as atividades de sua fábrica de lâmpadas em Mauá/SP (Estado, 2010, Loureiro, 2010). Tal fato está relacionado ao aumento de importações de lâmpadas provenientes da China, as quais vão gradativamente substituindo as lâmpadas incandescentes de filamento no Brasil e até mesmo as fluorescentes nacionais por questões de preço menor das importadas. Tudo indica que a quantidade de consumo das lâmpadas fluorescentes no Brasil também pode ter aumentado nestes últimos anos, devido à ampliação no poder de compra de certa parcela da sociedade, bem como pela necessidade de economia na conta de energia elétrica, já que tais dispositivos consomem menos energia. Com o aumento mencionado por conseguinte há a uma maior quantidade de mercúrio descartada.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída recentemente no Brasil, pela Lei 12.305/2010, a partir da qual, o país pode se tornar modelo na gestão de resíduos sólidos. Tal lei estabelece a responsabilidade compartilhada, por meio da destinação ecologicamente correta de produtos após o consumo, onde fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e poder público são igualmente responsáveis pelo destino dos resíduos, que no caso das lâmpadas não pode ser o aterro sanitário (Apliquim, 2010).

Em relação à quantidade total existente, é pouca a reciclagem e o reaproveitamento dos materiais existentes nas lâmpadas descartadas em nosso País. Ele ocorre somente em alguns estados, que incluem algumas regiões de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. A tendência é que também venha a ocorrer em outros estados nos próximos anos, - tanto para fins de adequação à lei bem como por uma questão lógica de

respeito ao meio ambiente. A quantidade de reciclagem ainda é pouca em relação ao que é necessário para se evitar danos maiores ao meio ambiente, pois a maioria dos descartes de lâmpadas é realizada por meio de aterros, sem tratamento ou processamento. Além disso, mesmo nas grandes capitais dos Estados mencionados, -a reciclagem alcança apenas as áreas mais nobres e deixam outras áreas sem esta cobertura. Nas áreas sem reciclagem pode ocorrer o descarte da pior forma possível e devido à quantidade e ao efeito cumulativo, ao longo dos anos isso pode levar a danos ambientais em algum grau, bem como a algum tipo de consequência para a saúde humana.

Para que a política no campo ambiental tenha sucesso, não basta apenas a força da lei, é necessário também um trabalho educacional e de divulgação, que envolva a sociedade e que leve a mesma a desenvolver a consciência ambiental.

2. A Estratégia da Educação Associada à Divulgação

Ausubel, criador da teoria da Aprendizagem Significativa, considera a existência de vários tipos de aprendizagem como ilustrado na Figura 1 proposta inicialmente por Ausubel, Hanesian & Novak e adaptado por Shitsuka.

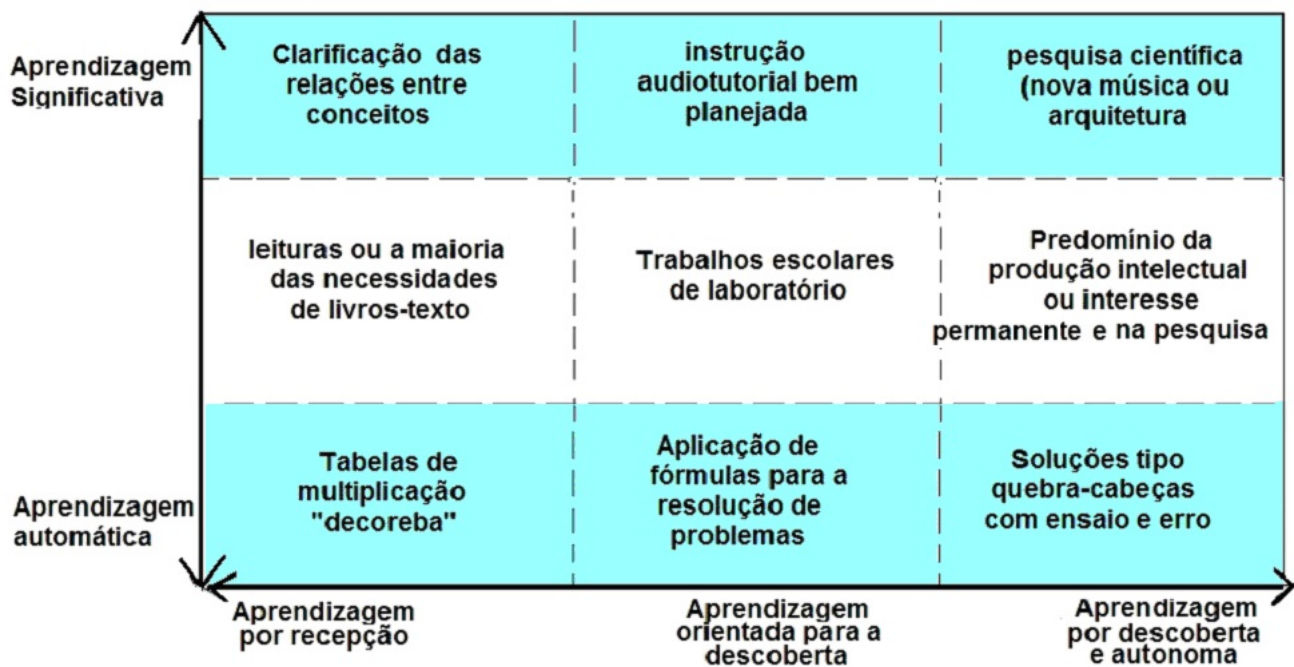


Figura 1 - Tipos de aprendizagem conforme Ausubel (Shitsuka, 2011).

Verifica-se na região superior da figura que existe uma faixa horizontal a qual corresponde à Aprendizagem Significativa e que pode ser associada a tornar mais claros os conceitos aos alunos, ou realizar uma instrução audio-tutorial bem planejada com atividades e apresentações bem realizadas ou a pesquisa científica, a qual representa nosso objeto de trabalho. Ausubel considera que um aprendizado que seja duradouro, persistente, que seja relevante na vida do aluno é um aprendizado significativo. Este ocorre quando o aluno já conta com alguma estrutura prévia na sua mente, à qual uma nova informação possa se ancorar e formar um novo conceito que denominou “subsumer” e posteriormente, Moreira aportuguesou o termo como sendo subsumor (AUSUBEL, 1980; MOREIRA, 2008). Os conceitos já possuídos pelos alunos na sua estrutura cognitiva por meio do aprendizado podem receber novas relações e novos conceitos que vão se relacionar e desta forma, esse conjunto vai fazer parte do conhecimento do aluno e por este motivo todo trabalho prévio também pode ser importante, pois pode fazer com que surjam estruturas denominadas organizadores prévios (AUSUBEL, 1980, MOREIRA, 2008, SHITSUKA, 2011).

As atividades que visam uma aprendizagem significativa envolvem a divulgação, a disseminação dos conhecimentos e o incentivo para que os alunos desenvolvam a motivação necessária para realizar os trabalhos, conforme ilustrado na faixa mencionada na Figura 1.

Ausubel não diz como ocorre a motivação, nem como ela pode ser alcançada. O caminho para motivação é por meio de incentivos, pois estes podem ser externos às pessoas e possibilitam o surgimento de uma motivação interna às mesmas (Campos, 2008).

De fato, o trabalho com a comunicação de divulgação tem que ser incentivador para a realização dos trabalhos. Uma das formas de se motivar as pessoas é pela valoração do trabalho das mesmas. A apresentação dos resultados dos trabalhos realizados pelos alunos, junto à comunidade num evento científico aberto a todos, bem como o incentivo para que se convidem todos para exibir o que foi realizado, é um grande incentivo para a maioria das pessoas.

A medida que há a interação social entre as pessoas dentro de um contexto educacional com objetivos educacionais e considerando que o aluno já traz consigo o conhecimento do meio em que vive e alguma experiência decorrente da família, amigos e contexto social, pode-se favorecer o aprendizado quando ao se fazer uso da autonomia a favor do aprendizado (Wallon, 2005, Freire, 2006, Vigotski, 2007).

O trabalho conjunto entre alunos e pessoas da comunidade faz com que haja interação, troca de opiniões e com isso se favoreça o aprendizado.

A sociedade vive um momento de euforia tecnológica, onde os meios de comunicação se expandiram através do uso da internet, possibilitando uma ampliação tanto do acesso à informação como da comunicação interpessoal, seja através de correio eletrônico ou redes sociais e alcançando boa parte do interior brasileiro. Os estudantes atuais dominam de forma tão ampla tais tecnologias, que segundo Prensky podem ser considerados nativos digitais (Prensky, 2001). De fato, durante o desenvolvimento deste trabalho, os alunos demonstraram domínio extremo no uso de computadores e facilidade no aprendizado necessário para o desenvolvimento de suas pesquisas e editoração dos textos produzidos, os quais foram apresentados na Semana de Ciência e Tecnologia de Itabira. Este evento ocorreu em conjunto com a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, que é um evento que ocorre anualmente no Brasil, desde 1994 e é promovido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) como parte de uma Política Pública para divulgação e popularização da Ciência e Tecnologia no País. Este tipo de ação mostrou-se importante pois em 2007, o MCT realizou uma pesquisa na qual verificou que 85% da população brasileira desconhece quem são os cientistas e quais são as instituições que realizam pesquisas (Brasil, 2013). A divulgação científica ocorre nas escolas por meio de projetos os quais são trabalhados em conjunto entre pesquisadores das universidades e alunos das escolas localizadas nos municípios que desejam participar do evento.

3. Metodologia

A metodologia da pesquisa exploratória qualitativa procura as opiniões do objeto de estudo por meio de questionários e entrevistas, não fazendo uso de valores numéricos, porcentagens e variáveis quantitativas. O estudo de caso é um tipo de pesquisa qualitativa no qual se detalha ou se estuda um caso específico (Severino, 2007, Yin, 2010, Ludke; & André, 2013).

Este trabalho foi desenvolvido junto a Escola Municipal Antonina Moreira, contando com o apoio da diretoria da mesma e de seu corpo docente e a participação efetiva de cerca de 60 alunos de educação básica e o qual faz parte de um projeto de extensão da Unifei, coordenado pelo Prof. Dr. Ricardo Shitsuka. A duração foi de cerca de 3 meses, inserido no contexto da II Semana de Ciência e Tecnologia de Itabira, realizada no final do ano de 2010. Cabe ressaltar, que a extensão universitária está relacionada a trabalhos que envolvem tanto seu corpo acadêmico como comunidade externa à universidade.

Nosso objeto foi a reciclagem de lâmpadas fluorescentes junto a alunos de uma escola da educação básica no Município de Itabira que fica cerca de 120Km de Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais. A escolha da região para o desenvolvimento do presente trabalho está associada ao fato de sua principal atividade econômica girar em torno da mineração, sendo a empresa mineradora Vale do Rio Doce, responsável por uma das principais fontes de renda da população da Cidade, que hoje conta com cerca de 110 mil habitantes, podendo ter uma população flutuante de 20 mil habitantes. Além disso, a empresa Vale do Rio Doce contribuiu para o presente projeto, por meio de apoio financeiro para o desenvolvimento do trabalho realizado pelos alunos.

Apesar de ser um município isolado, devido a dificuldades de acesso e topografia, Itabira dispõem de coleta seletiva de lixo, porém não há tratamento ou processamento para casos como o das lâmpadas fluorescentes que são utilizadas nos lares.

Foram realizadas reuniões iniciais com os alunos, onde se fez o diagnóstico para avaliar o conhecimento prévio dos estudantes sobre reciclagem, a questão ambiental e lâmpadas bem como seu descarte, além da origem social. Estas ferramentas contituiram-se em questionários e entrevistas, os resultados das entrevistas foram avaliados por meio da análise do discurso.

Observou-se que apesar da maioria dos estudantes terem conhecimento sobre as questões ambientais e da importância da reciclagem, reportaram que em suas casas não havia separação do lixo e que tanto lâmpadas como pilhas eram descartadas no lixo “comum”. A principal justificativa apresentada é que os pais não se preocupavam com tal fato, visto que lixo é “lixo”. No que tange as lâmpadas, os alunos tiveram sucesso em classificar as lâmpadas em incandescentes e fluorescentes, contudo não conseguiram classificar adequadamente os tipos de lâmpada fluorescente ou do que material eram constituída. Conforme a fala de um dos estudantes: “Professor, eu só sei que umas parecem uma molinha, outras um palitinho...”

De posse destas informações, nossa próxima etapa consistiu em organizar encontros com os estudantes, onde os monitores apresentaram os tipos de lâmpadas fluorescentes, processo de fabricação das mesmas e a importância do descarte adequado das mesmas, o que levou a realizarem as discussões acerca da poluição e da questão ambiental. O coordenador do projeto esteve em todas reuniões com os alunos, atuando nas reuniões para fins de capacitação e planejamento, dialogando com professores desta escola e demais envolvidos neste projeto.

Durante o projeto foram realizadas aulas de capacitação, onde os alunos aprenderam a realizar pesquisas de material relacionado à questão ambiental, o que incluiu artigos, textos em geral, vídeos e

imagens. Posteriormente, foram orientados como elaborar material informativo impresso para a divulgação da relevância da reciclagem. Em paralelo, os alunos e professores realizaram visitas supervisionadas à UNIFEI, onde um dos objetivos foi a sensibilização dos alunos acerca da importância da pesquisa e seu papel na Universidade.

A aprendizagem ocorre no aluno e, para que ela seja efetiva torna-se necessário o uso de estratégias que ajudem o aluno a compreender os objetivos, conceitos, formas de realizar os trabalhos e fazer com que os mesmos sejam participativos e interaja com outros alunos, professores, o orientador do projeto e a própria sociedade.

Uma das estratégias adotadas foi a organização em grupo dos alunos, tanto para a coleta de lâmpadas para fins de reciclagem, bem como para o debate de tal temática, a fim de auxiliá-los na elaboração de uma abordagem para o tema da reciclagem, que fosse mais apropriada e próxima da realidade cotidiana da comunidade itabirana, e para estratégia de distribuição ampla e efetiva do material produzido. Por fim os resultados do trabalho realizado pelos alunos foram apresentados na II Semana Nacional de Ciência e Tecnologia.

A fim de avaliar os resultados das estratégias adotadas no presente trabalho e se ocorreu uma aprendizagem significativa através do emprego da divulgação científica, foi utilizada uma avaliação qualitativa, onde ocorreu uma observação permanente do desempenho dos estudantes ao longo do trabalho, bem como a utilização das ferramentas de diagnóstico citadas anteriormente. Um dos recursos adicionais para avaliação foi a observação da apresentação do trabalho por parte dos estudantes durante a Semana Nacional de Tecnologia.

4. Resultados e a discussão

Durante o desenvolvimento deste trabalho, os alunos foram orientados quanto ao manuseio seguro das lâmpadas a fim de evitar ferimentos e contaminações. Foram realizadas demonstrações do uso de material proveniente da reciclagem das lâmpadas, como vidro e metais. As orientações sobre o descarte de lâmpadas e a necessidade de agrupá-las seletivamente para as fases de reciclagem despertaram forte interesse dos alunos. Durante as pesquisas os alunos identificaram empresas que realizam o recolhimento de lâmpadas, com as quais entraram em contato através de correio eletrônico e estas se disponibilizaram a atuar na região.

Os alunos também produziram material para a divulgação da reciclagem de lâmpadas fluorescentes e da importância de seu uso consciente, além de terem ampliado seu conhecimento sobre o impacto do

descarte inapropriado de lâmpadas, seja para o meio ambiente bem como para a comunidade. Neste material impresso foram abordados os diferentes tipos de lâmpadas, os riscos de poluição e contaminação, além do modo correto de descarte.

Os alunos do projeto realizaram visitas ao campus Itabira da UNIFEI, junto aos pesquisadores, seus professores, monitores e servidores técnico administrativos. Durante as visitas os alunos tomaram ciência dos trabalhos que vêm sendo desenvolvidos na universidade e sua relevância, das formas de ingresso na mesma e da importância da ampliação do conhecimento dos estudantes de graduação sobre os temas em questão. Um dos objetivos da visita também foi a apresentação prévia do local onde seriam montados stands para apresentação dos trabalhos durante a Semana Nacional de Tecnologia. O trabalho apresentado, pelos alunos, na II Semana de Ciência e Tecnologia de Itabira/UNIFEI, divulgou a importância da reciclagem de lâmpadas, especialmente as fluorescentes, explicando à comunidade que o uso consciente de lâmpadas fluorescentes, além de proporcionar economia da energia elétrica, é relevante para o meio ambiente, pois o seu descarte de forma inadequada pode gerar um impacto para a cidade, que já é afetada por resíduos provenientes da mineração, como as partículas que chegam às casas dos moradores diariamente. Os folhetos explicativos preparados pelos alunos foram distribuídos durante o evento e também para outras escolas da cidade, familiares e comunidade em geral, visando tornar a divulgação do material a mais ampla possível.

Consideramos que o processo de divulgação científica mostrou-se eficiente e de grande relevância, resultando em aprendizagem não só para os alunos, mas também para a comunidade. O trabalho foi apresentado com entusiasmo durante o evento pelos alunos, demonstrando que alcançaram o aprendizado significativo. Todos sem exceção afirmaram que apreciaram a experiência de participar do projeto. A partir do conjunto de alunos separou-se um “corpus” de 23 alunos onde se observou alguma regularidade pela análise do discurso. Separou-se e se transcreveu 7 exemplos de afirmações que apresentaram alguma frequência. A seguir reproduzimos tais falas de alguns dos estudantes que e as discussões.

Aluno 1: “Professor Ricardo, o senhor podia dar aulas para nós aqui na escola...”

A fala indica que os alunos receberam bem o projeto e o pesquisador de um modo tal que manifestaram seu apreço pelo mesmo. Porém uma situação é aquela de um projeto temporário e outra é aquela dos professores que no cotidiano têm que desenvolver seus conteúdos de acordo com uma ementa.

Aluno 2: “Eu usava o computador só com joguinhos. Não sabia que no computador a gente conseguia tanta coisa. Aprendi a pesquisar no computador, agora posso aprender muito mais coisas...”

A fala indica que nem sempre os computadores são utilizados com objetivos educacionais definidos nos processos de ensino e aprendizagem. Observa-se que, após o projeto, os estudantes passam a ter uma nova perspectiva para uso de tecnologias em seu processo de aprendizagem.

Aluno 3: “Eu já estava pegando material e lá em casa meus pais me ajudaram e aprenderam a não jogar as lâmpadas usadas de qualquer jeito no lixo...”

Aqui demonstra-se que houve aprendizagem por parte dos estudantes através da divulgação e que a mesma foi importante para disseminação da informação no círculo social destes, envolvendo suas famílias e criando desta forma laços em torno do desenvolvimento do trabalho. Consideramos esse ponto um grande sucesso, visto que inicialmente os estudantes colocaram que suas famílias sequer pensavam em separar o lixo para a reciclagem, menos ainda as lâmpadas.

Aluno 4: “Gostei das reuniões com os pesquisadores e com os outros professores, eles ensinam a gente e é divertido...”

Neste ponto os resultados indicam que o trabalho dos pesquisadores e professores de aproximar o conhecimento acadêmico e o conhecimento prévio dos alunos ou o conhecimento do cotidiano dos mesmos foi bem sucedido. Desta forma procurou-se diminuir a região proximal (Vigotsky, 2007), fazendo que os conhecimentos acadêmicos fossem “amarrados” aos conhecimentos possuídos pelos alunos e ocorresse a aprendizagem de modo significativo.

Aluno 5: “Chamei toda minha família para ver nossa barraca na exposição... dei os folhetos e expliquei o trabalho que nós fizemos...”

O envolvimento e a participação das pessoas possibilitaram a ocorrência da interação. Esta segundo Vigotsky (2007) possibilita a apropriação dos “bens culturais” e desta forma, também se caminha na direção da aprendizagem duradoura, que faz sentido na vida dos alunos e que é significativa.

Aluno 6: “Agora eu gosto mais de ciências do que antes... e quero estudar e virar um cientista que nem o professor ...”

A declaração do aluno indica que houve motivação e que de alguma forma os pesquisadores e o trabalho realizado modificaram a visão dos alunos acerca da ciência; e a educação é modificação ou transformação de comportamentos e estes também são indícios de que houve aprendizagem de modo significativo.

Aluno 7: “Gostei da Semana da Tecnologia, tinha muita gente e todos professores e colegas ajudaram a montar as barracas e depois explicamos as pesquisas e o que descobrimos...”

Participação, envolvimento, professores e alunos próximos e se ajudando para alcançar objetivos comuns, o que demonstra alunos motivados e realizados com o trabalho. Essa interação como considerado Wallon (2005) e Vigotsky (2007), como já se mencionou, favorece o aprendizado significativo .

Wellings (2003) afirma que a medida que quem ensina aproxima seus conhecimentos e conceitos junto a aqueles possuídos pelos alunos, diminui-se a região proximal (Figura 2). Desta forma, facilita-se o aprendizado por parte do aluno e também a aprendizagem torna-se significativa.

Figura 2 – Aprendizagem

contextualizada. Fonte: Wellings, 2003.

O incentivo neste projeto para tal motivação está relacionado ao trabalho de planejamento, a forte interação entre professores e pesquisadores com os alunos e o emprego da divulgação científica que se realizou durante o projeto. Este processo ocorreu através de reuniões iniciais de sensibilização e decisões sobre o trabalho tomadas, não só pelos pesquisadores, mas em conjunto com alunos e professores da escola. Desta maneira se desenvolveu um trabalho de forma participativa, ressaltando-se a importância de apresentação do trabalho na Semana de Ciência e Tecnologia, de modo a divulgar o papel da reciclagem de lâmpadas, visando atingir a população como resultado.

O trabalho de pesquisa e a estratégia de usar redes sociais despertaram um forte interesse dos alunos, como pode ser observado em suas falas. Acredita-se que tais alunos sejam nativos digitais, pois apresentaram grande desenvoltura no uso de computadores e facilidade de lidar com as mídias digitais. Contudo os alunos geralmente não exploram ao máximo os recursos dos computadores, não por falta de interesse, mas principalmente por desconhecimento de como o fazê-los. Observamos que após a

capacitação, os estudantes ampliaram seu interesse em utilizá-los para fins escolares, o que consideramos ser reflexo da aprendizagem significativa.

A análise do discurso bem como das ferramentas de diagnóstico, usadas antes e após a conclusão do projeto, apontam na direção de uma aprendizagem significativa, obtida através do processo de divulgação científica. Um fator preponderante para obtenção de tais resultados foi a opção por parte dos pesquisadores de realizar um trabalho participativo de base horizontal, que se pautou nas considerações de Wellings (2003), onde segundo o qual, a medida que se diminui a região proximal se facilita o aprendizado e este deve ser um dos objetivos dos professores no ensino para que ocorra um aprendizado significativo e também nos trabalhos que são realizados com alunos em um ambiente não formal, como é o caso do presente projeto.

Esta foi a primeira experiência com a atividade de pesquisa e desenvolvimento de um projeto visando apresentar os resultados destes alunos, que a apreciaram muito. Eles se sentiram motivados a se empenharem mais nos estudos no ambiente escolar e os auxiliaram no aprendizado cotidiano em suas salas de aula. Um ponto interessante é que à medida que o projeto se desenvolvia, os alunos que participavam, disseminavam o conhecimento adquirido. Uma das consequências deste trabalho foi o desenvolvimento de projetos posteriores por parte dos pesquisadores em outras escolas da cidade de Itabira-MG, cuja os objetos de estudo foram o descarte de pilhas e baterias bem o uso de Energias alternativas no preparo de alimentos (fornos solares), os quais foram apresentados em edições posteriores da SNT e que os artigos encontram-se em preparação.

Um dos resultados provenientes deste trabalho foi a iniciativa das professoras da escola de organizarem apresentações sobre a reciclagem das lâmpadas e o reaproveitamento dos componentes, bem como sobre as formas de se enviar os materiais coletados para as usinas de reciclagem em Belo Horizonte. As professoras demonstraram um grande apreço pelo trabalho realizado, que resultou num convite aos pesquisadores para retornarem outras vezes a escola, a fim de desenvolverem outros trabalhos em conjunto. O alcance do projeto do foi tão amplo que vários participantes do trabalho já discutiam a necessidade de Itabira e outras cidades do Brasil, disporem de unidades para processamento de lâmpadas fluorescentes e com isso diminuindo a poluição e ampliando a oferta de emprego para a população brasileira. Evidenciou-se assim a necessidade de se desenvolver parcerias ou unidades para realizar reaproveitamento dos materiais de lâmpadas fluorescentes de modo seguro, econômico e gerador de riquezas.

5. Considerações Finais

Neste trabalho, adotou-se a estratégia de buscar estabelecer um diálogo com os alunos a fim de se avaliar seus conceitos prévios sobre a reciclagem e o descarte de lâmpadas, sua visão acerca da escola e do entorno no qual viviam. Durante este processo contextualizamos exemplos, utilizando conceitos já possuídos pelos estudante e uma linguagem mais acessível. Além disso, nossa abordagem dos conceitos novos foi realizada a partir das das concepções prévias que os alunos traziam de sua vivência cotidiana e suas respectivas opiniões sobre a temática da reciclagem.

Ao longo deste trabalho utilizou-se uma abordagem interativa, onde o aluno fosse sujeito no processo de aprendizagem e cujos os resultados consideramos muito satisfatórios, visto que os alunos se mostraram motivados e satisfeitos durante todas as etapas do processo. Além disso, durante a apresentação do trabalho na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, demonstraram ter alcançado um aprendizado significativo e a divulgação científica mostrou-se uma estratégia eficiente.

O trabalho de divulgação científica junto aos alunos pode ser potencializado quando há a interação entre escolas, universidades, sociedade, empresas e governos.

A divulgação tanto inicial por meio de reuniões de sensibilização, quanto durante por meio de levantamentos e pesquisas em laboratório como também na fase final de apresentação dos resultados junto à comunidade mostraram-se eficientes no processo educacional.

Houve a oportunidade dos alunos interagirem tantos com colegas, familiares e alunos de outras escolas bem como com a população durante as apresentações na Semana da Ciência e Tecnologia.

O tema de reciclagem de lâmpadas fluorescentes mostrou-se rico e possibilitou a realização de um verdadeiro trabalho de extensão universitária, onde ocorreu uma real interação entre a Unifei, a escola e alunos, a Vale e a comunidade. Tal interação permitiu que ocorresse uma grande integração entre os envolvidos ampliando o interesse dos alunos pelos estudos, inclusive sua curiosidade científica.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho houve diversas oportunidades nas quais se realizaram incentivos que resultaram em motivação nos alunos para conhecer mais a ciência, a fim de aprofundar seus conhecimentos e possivelmente no futuro ingressarem na universidade, para preservação do ambiente motivador que encontraram durante o projeto. Os resultados apontam que as estratégias de comunicação utilizadas na divulgação científica em um caso de trabalho com recuperação de lâmpadas fluorescentes foram adequadas aos alunos da educação básica.

No final do trabalho ficou a sugestão no sentido de que o Município de Itabira e outros Municípios brasileiros implemente parcerias ou mesmo unidades de processamento de reciclagem das lâmpadas fluorescentes, de modo a gerar mais emprego, diminuir a poluição ambiental e gerar riquezas.

Referências

- Apliquim. Brasil recicle, 2012. “Descarte de lâmpadas e política nacional de resíduos sólidos: o que você precisa saber”. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ZJBj5eUX-6oJ:www.apliquimbrasilrecicle.com.br/imagens/saibamais/download.php?arquivo=saibamais37_22102012_082711.pdf. Acesso em: 10 ago. 2013.
- Ausubel, David P.; Hanesian, H. & Novak, J.D. 1980, "Psicologia educacional". 2.ed. R.Janeiro: Interamericana.Ciência sem Fronteiras. Graduação. Disponível em: <http://www.cienciasemfronteiras.gov.br/web/csf/graduacao>. Acesso em: 10 ago. 2013.
- Brasil. 2013, “Ciência e tecnologia – Divulgação científica: Semana de Ciência e Tecnologia”. Website Brasil Inovação. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/sobre/ciencia-e-tecnologia/divulgacao-cientifica/semana-de-ciencia-e-tecnologia>. Acesso em: 18 ago. 2013.
- Campos, Dinah M. S. 2008, “Psicologia da aprendizagem”. 37.ed. Petrópolis: Vozes.
- Estado. Jornal O Estado de São Paulo, 2010, “Fábricas de lâmpadas incandescentes fecham no País: das quatro grandes multinacionais que operavam no mercado, apenas a Osram ainda mantém fábrica no Brasil”. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,fabricas-de-lampadas-incandescentes-fecham-no-pais,545708,0.htm>. Acesso em: 10 ago. 2013.
- Exame. 2010, “Só 6% das lâmpadas fluorescentes têm descarte correto”. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/meio-ambiente-e-energia/noticias/so-6-das-lampadas-fluorescentes-tem-descarte-correto>. Acesso em: 10 ago. 2010.
- Freire, Paulo. 2011, "Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa". 43.ed. S.Paulo: Paz e Terra.
- Loureiro, Michelle. “Philips encerra produção de lâmpadas incandescentes”. Publicado em 2010. Disponível em: http://www.brasileconomico.com.br/noticias/philips-encerra-producao-de-lampadas-incandescentes_77640.html. Acesso em: 10 ago. 2013.
- Ludke, Menga & Andre, Marli E.D.A. 2013, "Pesquisa em educação". São Paulo: EPU.
- Miranda, Guilhermina L. 2007, "Limites e possibilidades das TIC na educação". *Revista de Ciências da Educação*, n. 3, pp. 41-50.

- Mombach, Vera L.; Riella, Humberto G. & Kuhnen, Nivaldo C. 2008, "O estado de arte na reciclagem de lâmpadas fluorescentes no Brasil: parte 1". *Acta Ambiental Catarinense*. v. 5, n. 1/2. jan/dez, pp. 43-53.
- MOREIRA, Marco A. 2008, "Teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula". Brasília: UNB.
- Mourão, Renata F. & Seo, Emilia S. M. 2012, "Logística reversa de lâmpadas fluorescentes". *InterfacEHS Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 7, n. 3, pp. 94-112.
- Polanco, Sara L. C. 2007, A situação da destinação pós consumo de lampadas de mercúrio no Brasil. Dissertação (mestrado) apresentação à Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. Orientador: prof. Dr. Eduardo Antonio Licco. São Caetano do Sul/SP.
- Prensky, Marc. 2001, "Digital natives, digital immigrants". *On the Horizon*, NCB Univ. Press, v. 9, n. 5, pp. 1-6.
- Prensky, Marc. 2008, "H.Sapiens digital: from digital immigrants and digital natives to digital wisdom". Retrieved July 20, 2010, from: <<http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>>.
- Oliveira, Jessica; Gabriele, Camila S. M.; Firmino, Sara F. G.; André Leite Cunha; Helison de Oliveira Máximo & Gemelle Oliveira Santos. 2012, "Estudo preliminar do destino final de lâmpadas fluorescentes pós-consumo em Fortaleza, Ceará". VII CONNEPPI – Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas /TO.
- Shitsuka, Ricardo. 2011, "Proposta de reestruturação de matrizes curriculares por meio de cobertura conceitual: um estudo de caso para disciplinas de matemática em um curso de graduação em engenharia mecânica". Tese (doutorado) apresentada ao Programa de Pós-Graduação "Stricto sensu" da Universidade Cruzeiro do Sul. Orientador: Dr. Ismar F. Silveira. São Paulo.
- Silva, Fernando S. 2013, "Impactos ambientais associados à logística reversa de lampadas fluorescentes". *InterfacEHS – Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*. v. 8, n. 1. pp. 43-69.
- Vigotski, Lev S. 2007, "A formação social da mente". 2.ed. São Paulo: Martins Editora.
- Wallon, Henri. 2005, "A evolução psicológica da criança". 4.ed. São Paulo: Editora 70.
- Wellings, Paula. 2003. School learning and life learning: the interaction of spontaneous and scientific concepts in the development of higher mental processes. Publicado no website da Stanford University, 2003. Disponível em: <http://ldt.stanford.edu/~paulaw/STANFORD/370x_paula_wellings_final_paper.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2013.
- Yin, Robert K. 2013, "Case study research". New York: SAGE-USA.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) pela iniciativa de implementação da SNT. À UNIFEI, à empresa mineradora VALE, à Prefeitura do Município de Itabira e à direção, aos professores e alunos da Escola Municipal “Antonina Moreira” pelo apoio à realização dos eventos e trabalhos.

V. Morcelle agradece ao apoio constante de N.V. Almeida.