

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

VANESSA MARTINI DA SILVA

**O ensino por investigação e o seu impacto na aprendizagem de alunos do
ensino médio de uma escola pública brasileira**

Porto Alegre

2014

VANESSA MARTINI DA SILVA

O ensino por investigação e seu impacto na aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola pública brasileira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências.

Orientador: Prof^o Dr^o Diogo Losch de Oliveira

Porto Alegre

2014

CIP - Catalogação na Publicação

Martini da Silva, Vanessa

O ensino por investigação e o seu impacto na aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola pública brasileira / Vanessa Martini da Silva. -- 2014.

89 f.

Orientador: Diogo Losch de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2014.

1. Educação em Ciência. 2. Ensino por investigação.
I. Losch de Oliveira, Diogo , orient. II. Título.

Vanessa Martini da Silva

O ensino por investigação e seu impacto na aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola pública brasileira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciência.

Prof. Dr. Diogo Losch de Oliveira – Orientador

Prof. Dr. Clovis Milton Duval Wannmacher – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências – UFRGS – Relator.

Prof. Dr. Félix Alexandre Antunes Soares – Departamento de Química – Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM.

Prof^a. Dr^a. Russel Teresinha Dutra da Rosa – Departamento de Ensino e Currículo – FACED – UFRGS.

AGRADECIMENTOS

Ao longo do processo de construção dessa dissertação, aprendi que não se constrói nada sozinho. Sempre precisamos contar com o apoio tão importante e fundamental de outras tantas pessoas. E, hoje, eu só posso mesmo agradecer porque em cada momento que precisei de algo, sempre houve uma mão estendida disposta a me ajudar.

Quero iniciar os meus agradecimentos pelo meu orientador Diogo Losch de Oliveira que exerceu com excelência seu papel, sempre respeitando minhas ideias, me dando autonomia e confiando em mim todo o tempo. Além disso, sempre me apoiou e me incentivou em todo processo de desenvolvimento dessa dissertação. Esteve comigo em todas as etapas do trabalho, além de com paciência diminuir minhas ansiedades e me dar maior segurança.

Agradeço também ao Eduardo Pacheco Rico, pela parceria, incentivo sincero, disponibilidade em ajudar e apoio em todo desenvolvimento do trabalho que gerou esta dissertação.

Outra colaboração fundamental foi da diretora da minha escola Cristine Roman Cardoso de Araújo Silva, que apoiou o meu projeto sempre e disponibilizou o laboratório de ciências da escola, além da amizade sincera, parceria nos sábados que trabalhávamos com os alunos e das saídas aos laboratórios da Ufrgs.

Sou também muito grata ao Professor Diogo Onofre Gomes de Souza que me oportunizou participar do seu grupo da educação todas as terças. Foram encontros muito agradáveis que contribuíram muito para o meu amadurecimento e conhecimento para desenvolver essa dissertação. Além disso, quero agradecer as minhas colegas do grupo que sempre contribuíram para a melhoria do meu trabalho, além do compartilhamento de informações, material, amizade e apoio psicológico necessário para manter a motivação e disciplina.

Aos professores do mestrado pelo apoio e às contribuições dos professores visitantes nos seminários gerais.

Aos meus pais e minha irmã, principais responsáveis por quem sou hoje e, conseqüentemente por todas as minhas conquistas.

Ao meu namorado e aos meus amigos pelo apoio e respeito a todas ausências, além do incentivo e confiança em mim.

E finalmente, aos meus alunos pela parceria, alegria, confiança e apoio, tornando esses dois anos de atividades com eles menos tensos e cansativos.

RESUMO

As escolas de ensino médio vem mantendo um ensino de Biologia de forma bastante teórica e pouco ligada a realidade do mundo que cerca o aluno. Atualmente espera-se que um aluno que saia do ensino médio atuando com autonomia, lidando com as informações e fazendo uso dos conhecimentos adquiridos na escola, como já é esclarecido nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Assim, usar metodologias que envolvam o Ensino de Biologia baseado na investigação pode dar ao aluno uma nova forma de pensar, uma oportunidade de construir o próprio conhecimento. Na educação baseada na investigação, existem três fatores de extrema importância a serem investigados: a motivação dos alunos em aprenderem e participarem das mais diversas atividades em aula, a emoção despertada nos alunos em relação às aulas e ao ambiente da escola e a ideia e concepção de Ciência que eles desenvolvem ao longo do seu período escolar. Esta dissertação relata um estudo onde foram utilizadas escalas para avaliar a emoção e a motivação dos alunos, além de um questionário que avaliou a concepção de Ciências deles, antes e depois da realização de atividades que envolviam o ensino por investigação. Em um primeiro momento, os dados gerados mostraram que havia pouca variação na emoção e motivação dos alunos antes e depois das atividades investigativas, porém, em relação à concepção de Ciências deles, a mudança foi surpreendente. Em um segundo momento foram analisados os discursos dos alunos ao longo do desenvolvimento das atividades investigativas, dessa análise apresentou-se dados que através de referenciais teóricos ligados a aprendizagem significativa demonstraram a relevância do uso de atividades que envolvam investigação na sala de aula. Assim, investigar a interferência do uso de metodologias que envolvam o ensino baseado na investigação na motivação, na emoção e na concepção de Ciência dos alunos do ensino médio, destaca a importância de estudos em ambientes educativos não tradicionais, que privilegiam oportunidades para que os alunos desenvolvam entendimento, expressem suas emoções, e que possam construir significado a partir de aplicações no mundo real.

Palavras-chave: ensino por investigação, emoção, motivação, concepção de ciência, aprendizagem significativa.

ABSTRACT

The high school has maintained a teaching of Biology fairly theoretical and somewhat connected to reality of the world that surrounds the students. Currently it is expected that a student coming out of high school acting with autonomy, dealing with information and making use of the knowledge acquired in school, as is made clear in National Curricular Parameters (PCN). Thus, using methodologies that involve the inquiry-based learning can give the student a new way of thinking, an opportunity to build their own knowledge. In inquiry-based education, there are three very important factors to be investigated: motivation of students to learn and participate in various activities in the classroom, the emotion aroused in students in relation to school and the school environment and the idea and design of science they develop throughout their school years. This paper reports a study which scales to assess the excitement and motivation of students were used, plus a questionnaire that assessed the concept of Science of them before and after the completion of activities involving inquiry-based learning. At first, the data generated showed that there was little variation in emotion and motivation of students before and after the investigative activities, however, on the concept of Science of them, the change was amazing. In a second step the speeches of the students were analyzed during the development of investigative activities, this analysis presented data through theoretical frameworks linked to meaningful learning demonstrated the relevance of using activities involving research in the classroom. Thus, to investigate the interference of methodologies involving inquiry-based learning in motivation, emotion and concept of Science of high school students, highlights the importance of studies in none-traditional educational environments that emphasize opportunities for students develop understanding, express emotions, and they can construct meaning from real-world applications.

Keywords: Inquiry-based learning, emotion, motivation, concept of science, meaningful learning.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	09
1.1 O ensino por investigação: breve histórico	10
1.2 O que é ensinar por investigação?	12
1.3 Emoção	13
1.4 Motivação	14
1.5 A concepção de Ciência dos alunos e o ensino por investigação	15
1.6 O Ensino por Investigação e a Aprendizagem Significativa.....	16
1.7 Objetivos	18
1.7.1 Objetivo Geral	18
1.7.2 Objetivos Específicos	18
2. RESULTADOS	
2.1 Capítulo I	21
2.2 Capítulo II	49
2.3 Capítulo III	70
3. DISCUSSÃO	74
4. CONCLUSÕES	79
5. PERSPECTIVAS	81
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

“Aprender deveria ser uma das mais prazerosas e gratificantes experiências da vida; é o momento em que as pessoas podem se tornar o que elas são capazes de ser, alcançar todo o seu potencial.

Deveria ser uma aventura, temperada com a excitação da descoberta.”

Michael Knowles (1984)

1. INTRODUÇÃO

1.1 Ensino por investigação: um breve histórico

O ensino por investigação tem uma longa história na educação científica, e muita confusão se fez com o significado de ensinar ciência por investigação e sua real implementação nas salas de aula (Bybee, 2000).

Durante o século XIX, os currículos escolares europeu e norte-americano eram dominados pelos estudos clássicos, sendo eles a matemática e a gramática. Porém, a ciência despontava como uma disciplina importante para a formação dos indivíduos (Deboer, 2006). A intenção ao valorizar mais o estudo da ciência era propor um ambiente que ajudasse os estudantes a desenvolver suas habilidades de pensar, comparar, discriminar e raciocinar indutivamente. Acadêmicos e intelectuais da época concordavam em afirmar que o importante no ensino da ciência era que não fosse dogmático. Deveria ser de forma indutiva para que os estudantes desenvolvessem sua própria forma de busca o conhecimento. Na descrição de Deboer (2006) sobre a inclusão da ciência no currículo escolar e as discussões sobre como ela deveria ser ensinada, destacam-se as contribuições das atividades práticas e a emergência das discussões sobre a importância do laboratório escolar (Borges, 2002).

Ainda no século XIX, após a inclusão das aulas de laboratório no currículo escolar, que era um local utilizado para descobertas independentes, provenientes da curiosidade dos estudantes, alguns estudiosos e educadores propuseram o uso de investigações guiadas pelo professor, que proporia questões, proveria o material a ser utilizado e forneceria sugestões sobre o que observar. O professor basicamente deveria fazer questões orientando os estudantes através das descobertas (Deboer, 2006).

Já em 1938, Dewey publicou o livro “Logic: The Theory of Inquiry”, em que discutia os principais estágios do método científico: indução, dedução, lógica matemática, e empirismo. Nesta obra, ele articulava os objetivos do ensino de ciência como investigação: desenvolver o pensamento e a razão, formar hábitos da mente, aprender assuntos da ciência e entender os seus processos. Esta obra sem dúvida influenciou diversos livros-texto de ciência que tratavam da produção de conhecimento a partir de um método fixo, em oposição à variedade de estratégias cujo uso depende da questão a ser investigada (Bybee, 2000).

Somente na segunda metade do século XX é que realmente o ensino por investigação passou por uma forte avaliação com reflexos fora do ambiente educacional. De acordo com Rodrigues e Borges (2008), com o crescimento do número de cientistas e engenheiros, a criação de departamentos de pesquisa, o desenvolvimento das indústrias e a graduação de professores de ciências, teve início um movimento crítico que acreditava que a ciência havia perdido o seu rigor acadêmico e parte da sua força. Tal movimento refletia uma preocupação com a aplicação prática do conhecimento científico e com uma ênfase excessiva sobre a relevância social e o interesse do estudante. Argumentava-se que o papel primeiro das escolas deveria ser o treinamento de uma inteligência disciplinada e a transmissão da herança cultural. A crítica era de que a educação científica estava centrada demais nos estudantes e era necessário o retorno a uma disciplina mais intransigente. Este era o início de um movimento de reforma que se iniciou nos anos 50 e terminou nos anos 70 (Deboer, 2006).

Na prática, a reforma educacional da segunda metade do século XX preocupou-se em mostrar a relação entre conteúdos e métodos da forma mais rigorosa possível, mas admitia que isto poderia ser feito tanto através de um ensino baseado em investigação como através do ensino tradicional (Deboer, 2006). Essa visão levou a ciência escolar a se afastar dos fenômenos da experiência usual, priorizando a aprendizagem de ideias abstratas e inacessíveis à maioria dos estudantes (Schwab, 1962 apud Deboer, 2006).

Porém, ao final desse período de reforma educacional aconteceram as primeiras discussões e implementações definitivas de aulas que utilizavam atividades investigativas, oficializando o ensino por investigação como um método (Costa, 2011). No entanto, esta modalidade de ensino ainda não tinha as denominações de hoje, era chamada de aprendizagem baseada em problemas, problematização, entre outros. No final da década de 60, a McMaster University no Canadá e a Universidade de Maastrich na Holanda começaram a implantar o método da Aprendizagem Baseada em Problemas nos cursos da área da saúde (Costa, 2011; Vogt, 2010). Aos poucos, este método foi se espalhando para outras universidades e institutos, sendo nos dias de hoje utilizado no Brasil principalmente em cursos de medicina e outros da área da saúde.

No início do novo milênio, o ensino por investigação pode ser encarado como facilitador da promoção do ensino da Ciência, do desenvolvimento de competências e habilidades, e das relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (Freire, 2009). A escola passa a ter a missão de conseguir habilitar os indivíduos para a sua sobrevivência na sociedade, preparando-os não só para a responsabilidade que venham a assumir, como também para o mundo do trabalho. O conhecimento científico se aplica a cada indivíduo, cabendo-lhe, de acordo com o papel que desempenha na sociedade, uma intervenção político-social (Martins, 2003).

Atualmente, de acordo com os autores Schwartz e Crawford (2006), a importância do desenvolvimento de atividades investigativas está em os alunos terem a oportunidade de negociar. A negociação envolve a argumentação, a comunicação dos resultados, a partilha de ideias, a troca de exemplos e a aceitação por parte dos pares de que aquele conhecimento é válido. Trata-se de um processo essencial para desenvolver com os alunos e levá-los a compreender a importância de uma comunidade científica e como se processa a construção do conhecimento científico.

1.2 O que é ensinar por investigação?

Falar em ensino por investigação é quase senso comum em países da América do Norte e Europa. No Brasil, entretanto, essa abordagem está menos “consagrada” e é relativamente pouco discutida. Mesmo assim, aqui, o interesse vem crescendo, sendo que pesquisadores e educadores voltam-se para a questão (ver Azevedo, 2004; Borges & Rodrigues, 2004; Carvalho, Praia & Vilches, 2005).

O ensino por investigação constitui uma abordagem que tem uma longa história na educação em ciência. Fomenta o questionamento, o planejamento, a recolha de evidências, as explicações com bases nas evidências e a comunicação. Usa processos da investigação científica e conhecimentos científicos, podendo ajudar os alunos a aprender a fazer ciência e sobre ciência.

O conceito de investigação é problemático, segundo Ernest (1996), por duas razões. O primeiro problema é que este conceito descreve um processo: a ação de investigar, a procura, exame sistemático, inquirição, pesquisa

personalizada e cuidadosa. Em educação, a noção de investigação tem sofrido alterações, identificando-se com a questão que constitui o seu ponto de partida. O segundo problema é que se trata de um processo gerador de novas questões, o que altera o foco da atividade. Embora as investigações possam se iniciar por uma ou mais questões, o objeto da inquirição é alterado por quem conduz a investigação, ao (re)formular novas questões que exigem análise e exploração.

Atualmente, o ensino da Ciência a nível médio no Brasil vem sendo marcado por um ensino teórico, enciclopédico, realizado de forma descritiva e com uso excessivo de terminologias sem vinculação com a análise do funcionamento das estruturas (Krasilchik, 2004). Além disso, o ensino da Ciência tem se realizado por meio de proposições científicas, apresentadas na forma de definições, leis e princípios e tomados como verdades absolutas, sem maior problematização e sem que se promova um diálogo mais estreito entre teorias e evidências do mundo real (Munford e Lima, 2007). Em tal modelo de ensino, poucas são as oportunidades de se realizar investigações e de argumentar acerca dos temas e fenômenos em estudo. O resultado é que estudantes não aprendem conteúdos das Ciências e constroem representações inadequadas sobre a ciência como empreendimento cultural e social (Munford e Lima, 2007).

1.3 Emoção

Um fator de grande relevância a ser estudado no ensino por investigação é a emoção, a qual é despertada nos alunos diante das mais diversas situações propostas em aula. Pekrun (2005), ao realizar uma reflexão sobre o progresso e os principais problemas na pesquisa sobre emoções em educação, afirma que este é um tema recente e que foi a partir da década de 90 que alguns estudiosos na Europa, EUA e Austrália começaram a analisar as múltiplas dimensões das emoções de professores e alunos, suas fontes e desenvolvimento, e sua importância funcional para a aprendizagem e para o sucesso dos alunos.

Para Zajonc (1998), as emoções são sistemas complexos que implicam recursos psicológicos, interpessoais, sociais, culturais, além de envolverem processos neurofisiológicos, neuroanatômicos e neuroquímicos aos quais se

engajam também a cognição e a motivação, estando presentes em todos os tipos de comportamento.

Para os autores Ausubel (1980), Gardner (1984) e Kolb (1995), o processo de aprendizagem se baseia principalmente na concentração de aspectos emocionais de cada indivíduo sobre aquilo que está sendo introduzido em sua linha de raciocínio. De acordo com Damasio (1996), as emoções e a razão não são elementos dissociáveis. Em seus trabalhos, Damasio mostra que pessoas que possuem alguma deficiência na região do cérebro responsável pelas emoções apresentam dificuldades de aprendizado. Portanto, as emoções são fundamentais no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Izquierdo (2004), as emoções fazem parte da memória como um todo. Não existem experiências e, portanto, memórias "a-emocionais". Há algum grau de emoção em todo momento de nossas vidas. As memórias que envolvem mais emoções são as mais e melhor lembradas.

Para Antonacopoulou (2001) e Gabriel (2001), a aprendizagem é um processo profundamente emocional – dirigido, inibido e guiado por diferentes emoções, incluindo medo e esperança, excitação e desespero, curiosidade e ansiedade, ou seja, existe uma relação dialógica entre emoção e aprendizagem.

Pesquisar como o ensino por investigação atua na emoção dos alunos da educação básica torna-se necessário para entendermos melhor o processo de aprendizagem quando utilizamos atividades investigativas, já que as emoções exercem um papel importante na educação.

1.4 Motivação

A motivação dos alunos na escola é atualmente, uma área de investigação que, na opinião de Gutiérrez (1986), permite explicar, prever e orientar a conduta do aluno no contexto escolar. A forma como os indivíduos explicam os seus êxitos e fracassos relacionam-se com a sua motivação, a qual denota geralmente um fator ou fatores que levam a pessoa a agir em uma determinada direção (Weiner, 1979; Bzuneck, 2001; Cavenaghi, 2009).

De acordo com Fita (1999), “a motivação é um conjunto de variáveis que ativam a conduta e a orientam em determinado sentido para poder alcançar um objetivo” (p. 77). Desta forma, a motivação consiste em determinadas ações

que levam as pessoas a alcançar seus objetivos, as quais são proporcionadas pelos componentes afetivos e emocionais do indivíduo.

Estudar a motivação dos alunos durante a realização de atividades que envolvam a investigação torna-se necessária para um melhor entendimento da influência desse método de ensino sobre a aprendizagem em sala de aula.

1.5 A concepção de Ciência dos alunos e o ensino por investigação

Alguns trabalhos na área da educação em Ciências, realizados pelo grupo coordenado pelo professor Leopoldo de Meis, apontam para uma percepção, por parte dos alunos, distorcida acerca de quem faz ciência e de com ela é feita (De Meis et al., 1993; De Meis e Leta, 1997). Para Leopoldo de Meis passar adiante conceitos ligados à ciência não é uma tarefa fácil, pois, os alunos se cansam facilmente das fórmulas e conteúdos sem vida (http://metodologiaceutificapgccvuff.blogspot.com.br/2012_05_01_archive.html) . Porém, essa ideia de ciência e a visão que os alunos possuem dos cientistas pode ser revista e alterada quando o contato com o mundo científico passa a fazer parte do cotidiano escolar. Neste contexto, o ensino por investigação pode contribuir de forma decisiva para modificar esta percepção.

Outros pesquisadores, ao falarem sobre a aprendizagem da Ciência, deixam claro que aprender ciências implica necessariamente participar de algumas práticas dos cientistas, ou seja, um elemento central do contexto de produção do conhecimento científico deve ser a prática científica. Driver et al. (1999), por exemplo, defendem que:

“aprender ciência não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez mais apropriadamente denominada estudo da natureza – nem de desenvolver e organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciência requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciência envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento” (Driver

et al., 1999, p.36).

As concepções e imagens da ciência e cientistas, entre os estudantes de diferentes níveis de escolaridade, têm sido objeto de estudo de numerosas investigações no ensino de ciências nos últimos anos. Estudos dessa natureza têm sido realizados com alunos do Ensino Fundamental e Médio (Moraes, 1990; Zamunaro, 2002; Diniz & Schall, 2003). De acordo com Lemke (1997), para ensinar a pensar cientificamente é preciso que o aluno aprenda a observar, descrever, comparar, analisar, discutir, teorizar, questionar, julgar, avaliar, decidir, concluir e generalizar. Há um consenso entre os pesquisadores na área de didática da ciência de que um dos objetivos mais importantes da educação científica é a aprendizagem da natureza da ciência, tanto para desenvolver uma melhor compreensão de seus métodos quanto para contribuir para a conscientização das interações entre ciência, tecnologia e sociedade (Acevedo, 2004).

1.6 O Ensino por Investigação e a Aprendizagem Significativa

No ano 2000 foi divulgado no National Research Council, documento oficial de ensino americano, as principais características que devem existir no ensino com atividades investigativas. Algumas delas são: engajamento dos estudantes na atividade; priorização de evidências; formulação de explicações para as evidências; articular as explicações ao conhecimento científico; comunicar e justificar as explicações.

Carvalho (2006) evidencia que, para ocorrer à aquisição de significados pelos alunos e como consequência a compreensão dos conteúdos, os professores devem propor questões interessantes e desafiadoras aos mesmos para que ocorra o envolvimento dos estudantes nas atividades propostas, assim, ao resolverem os questionamentos propostos, possam conhecer os enfoques próprios da cultura científica.

Uma primeira aproximação entre o Ensino por investigação e os pressupostos da Aprendizagem Significativa diz respeito à disposição para a aprendizagem. Para desenvolver as atividades investigativas, os alunos devem estar engajados e pré-dispostos a aprender (Zompero e Laburú, 2010). As atividades investigativas pressupõem a apresentação de um problema ao

aluno, que deverá ser resolvido. O contato com o problema propicia ao estudante um resgate de seus conhecimentos prévios que são necessários também à significação do problema.

Quanto à resolução de problemas, podemos destacar ainda as afirmações de Novak e Krajick (2006) de que além de proporcionar o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos, possibilita-os aplicar seus conhecimentos em novas situações. Sendo assim, as atividades investigativas podem ser utilizadas pelo professor para verificar a aprendizagem de seus alunos, por requerer dos mesmos a aplicação dos conhecimentos em situações não familiares a eles, sendo esse um dos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo geral

Investigar o impacto que o uso de atividades que envolvam o ensino por investigação causam sobre a emoção, motivação e concepção de Ciência e cientista em alunos do ensino médio de uma escola pública brasileira. Além disso, o presente trabalho busca também avaliar qualitativamente o discurso dos alunos durante as atividades investigativas em relação à aprendizagem significativa.

1.7.2 Objetivos específicos

- Proporcionar aos alunos, através de atividades de investigação, ambientes que despertem a emoção;
- Proporcionar aos alunos situações que desenvolvam um maior entendimento do que é ciência e de como ela é feita;
- Verificar que visões os alunos possuem acerca do que é Ciência e de como ela é produzida;
- Verificar se há motivação intrínseca ou extrínseca em relação às atividades escolares antes e depois do uso de metodologias que envolvam o ensino baseado na investigação.
- Verificar quais tipos de emoções os alunos apresentam em relação à escola e as aulas de biologia antes e depois das atividades envolvendo o ensino baseado na investigação.
- Verificar se o uso de atividades investigativas em aula proporciona uma aprendizagem mais significativa para os alunos.

2. RESULTADOS

Este trabalho foi construído ao longo de dois anos de estudos teóricos e investigações práticas relacionados à Educação e o Ensino de Ciências. Assim, diversas vivências foram necessárias e determinantes para o desenvolvimento da escrita dessa dissertação e é importante destacar que a sequência dos capítulos a serem apresentados não corresponde fielmente à ordem em que foram produzidos. Entretanto, a ordem escolhida se justifica pelo fato de poder facilitar a compreensão do leitor acerca das argumentações teóricas e práticas sobre educação e divulgação científica.

A seção de Resultados está dividida em três capítulos, os dois primeiros referem-se aos artigos que foram ou serão submetidos a revistas da área de ensino e o terceiro trata de relatos que ocorreram durante o desenvolvimento da pesquisa.

2.1 Capítulo I

Impacto do uso de estratégias de ensino baseado na investigação sobre a concepção de ciência e cientista: um estudo com alunos do ensino médio brasileiro

Vanessa Martini da Silva, Eduardo Pacheco Rico, Diogo Souza, Diogo Losch de Oliveira

Artigo submetido ao periódico REEC – Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias

Impacto do uso de estratégias de ensino baseado na investigação sobre a concepção de ciência e cientista: um estudo com alunos do ensino médio brasileiro

Vanessa Martini da Silva, Eduardo Pacheco Rico, Diogo Souza, Diogo Losch de Oliveira

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Emails: vanessabiology@yahoo.com.br, eduprico@gmail.com, diogo@ufrgs.br, losch@ufrgs.br

Resumo: Este estudo mostra o impacto da introdução de atividades investigativas sobre a emoção, a motivação e a concepção de ciência e cientista em alunos do ensino médio brasileiro. Participaram desse estudo 60 estudantes de uma escola pública. A emoção e a motivação foram avaliadas pela Escala da Teoria Diferencial das Emoções de Carrol Izard e a Escala de Avaliação da Motivação para Aprender, respectivamente. A concepção de ciência e cientista foi avaliada através de um questionário aberto. Os resultados mostram que a introdução de atividades investigativas no ensino formal de biologia não foi capaz de interferir na emoção e na motivação dos alunos com relação às aulas de biologia e ao ambiente escolar. No entanto, foi observada uma significativa mudança na concepção e representação de ciência e cientista entre os alunos estudados. Com esses resultados foi verificado que o uso de metodologias que envolvam atividades investigativas pode trazer para sala de aula uma alternativa que proporcione o envolvimento dos alunos e o desenvolvimento de competências e habilidades que os façam atuar de forma mais autônoma na sociedade, tendo uma compreensão real do que é prática científica e de como e por quem ela pode ser feita.

Palavras-chave: Ensino por investigação, ensino de Biologia, emoção, motivação, concepção de Ciência.

Title: Impact of inquiry-based learning strategies on concept of science and scientist among high school students from Brazil.

Abstract: This study evaluated the influence of inquiry-based learning strategies on emotional state, motivation and concept of science and scientist among high school students in Brazil. The subjects were 60 high school students from a public school. In order to evaluate the emotional state and motivation, the Differential Emotions Scale from Carrol Izard and Motivational Scale to Learn, respectively. The concept of science and scientist was assessed through an open questionnaire. Results demonstrated that the inquiry-based learning strategies did not influence the emotional state and motivation of students in relation to the biology classroom and school environment. However, when students were subjected to the inquiry-based learning activities their concept of science and scientist was significantly changed. These results suggest that the use of inquiry-based learning strategies can improve the classroom engagement of students and the development of skills and abilities that make them autonomous in the society.

Key words: Inquiry-based learning, biology teaching, emotion, motivation, concept of science.

Introdução

Atualmente no Brasil, o ensino de Biologia, a nível Médio, vem sendo marcado por um ensino teórico, enciclopédico, realizado de forma descritiva e com uso excessivo de terminologias sem vinculação com a análise do funcionamento das estruturas (Krasilchik, 2004). Além disso, o ensino de ciências tem se realizado por meio de proposições científicas, apresentadas na forma de definições, leis e princípios e tomadas como verdades absolutas, sem maior problematização e sem que se promova um diálogo mais estreito entre teorias e evidências do mundo real (Munford e Lima, 2007). Em tal modelo de ensino, poucas são as oportunidades de se realizar investigações e de se argumentar acerca da origem de tais proposições científicas (Munford e Lima, 2007). O resultado é que estudantes não aprendem conteúdos das ciências e constroem representações mentais inadequadas sobre a ciência como empreendimento cultural e social (Munford e Lima, 2007).

Segundo dados do último relatório do PISA (Programme for International Student Assessment), publicado em 2006, mais de 60% dos alunos brasileiros não apresentam competência suficiente na área de ciências, ou seja, são

incapazes de fazer uso do conhecimento científico para identificar as questões pertinentes, adquirir novos conhecimentos, explicar os fenômenos e tirar conclusões baseadas em evidências.

Além disso, na escala de ciências 85,3% dos estudantes avaliados pelo Programa situaram-se entre os níveis de proficiência 0 e 2, o que significa, segunda a própria escala interpretativa proposta pelo PISA, que os alunos apresentaram um padrão de conhecimento científico tão limitado que só conseguem aplicá-lo a umas poucas situações familiares ou apresentar explicações científicas óbvias que se seguem quase imediatamente a uma evidência apresentada. Devido a este baixo desempenho, o país ficou em 52º lugar entre os 57 países avaliados, tendo o pior desempenho dos países da América Latina.

Segundo a Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996), bem como as diretrizes presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o ensino de Ciências e Biologia no Brasil deveria se voltar para o desenvolvimento de competências e habilidades que permitissem aos alunos lidar com as informações, de forma a compreendê-las, elaborá-las e refutá-las, quando necessário (PCNs, 1999). Desta forma, esperar-se-ia que o aluno compreendesse o mundo e nele atuasse com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos nas Ciências e na Biologia.

Nos últimos anos, há um consenso na comunidade escolar brasileira de que o ensino de ciências deve aliar as práticas de ensino tradicional aos elementos que promovam o desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo dos alunos, dando uma visão real de mundo para detectar os problemas existentes e gerar ferramentas capazes de promover formas de solucioná-los (Falcão, 2011).

Neste sentido, o uso de metodologias que envolvam o Ensino Baseado na Investigação poderia proporcionar aos alunos uma nova forma de pensar, que de simples expectadores e repetidores do conhecimento, passariam a atores e criadores de novas atitudes e comportamentos, através da construção do próprio conhecimento (Maia, 2007; Liang et al, 2011). Apesar da grande diversidade de visões acerca do que é o ensino baseado na investigação, acredita-se que as diferentes propostas existentes podem ser melhor compreendidas a partir de uma mesma preocupação, qual seja, a de

reconhecer que há um grande distanciamento entre a ciência ensinada e aprendida nas escolas e a ciência praticada nas universidades, laboratórios e outras instituições de pesquisa (Mundford e Lima, 2007).

A emoção também é um fator de grande importância a ser investigado no ensino baseado na investigação, a qual é despertada nos alunos diante das mais diversas situações propostas em aula. Damásio (2000) afirma que a emoção é um conjunto complexo de reações químicas e cerebrais que forma um padrão, e que tem como função ajudar ao organismo a conservar a vida. Em outro estudo, Damásio (1995 apud Guerra e Prista, 2003) reitera esta opinião quando defende que as emoções atuam de forma determinante na vida das pessoas, gerando influências no funcionamento psicológico, social e biológico. Segundo Johnson e Zinkhan (1991) as emoções afetam a capacidade de aprendizagem, agindo como amplificadores das experiências, por isso as experiências nascidas de emoções, de afeto positivo ou negativo, são lembradas com mais facilidade que aquelas que ocorrem de forma emocionalmente neutras. Atualmente, diversos trabalhos tem demonstrado que indivíduos que possuem alguma deficiência ou lesões nas regiões cerebrais responsáveis pela geração e manutenção das emoções (como por exemplo as regiões da amígdala e córtex entorrinal) apresentam alguma dificuldade no aprendizado escolar (Damasio, 1996).

Outro fator de extrema relevância a ser avaliado no ensino baseado na investigação é a motivação dos alunos para aprender e participar das mais diversas atividades em sala de aula. De acordo com Fita (1999) “a motivação é um conjunto de variáveis que ativam a conduta e a orientam em determinado sentido para poder alcançar um objetivo” (p. 77). Desta forma, a motivação consiste em determinadas ações que levam as pessoas a alcançar seus objetivos, as quais são proporcionadas pelos componentes afetivos e emocionais do indivíduo.

Baseado nas ideias acima, o objetivo desse estudo foi verificar o impacto do uso de metodologias que envolvam o ensino baseado na investigação, sobre a emoção, a motivação e a concepção de ciência e cientista de alunos do ensino médio, destacando a importância de estudos em ambientes educativos não tradicionais, privilegiando oportunidades para que os alunos desenvolvam

entendimento, expressem suas emoções, e possam construir significado a partir de aplicações no mundo real.

Procedimentos metodológicos

Local de estudo e grupo amostral

As atividades de ensino baseado na investigação foram desenvolvidas em duas turmas (304 e 305) do terceiro ano do ensino médio de uma escola estadual do município de Canoas no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Cada turma foi composta de 30 alunos com idade média de 17 anos, a qual variou entre 16 e 18 anos. Todos os alunos assinaram voluntariamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo 1). Para aqueles menores de idade, o termo foi assinado pelo respectivo responsável.

Atividades de ensino baseado na investigação

Durante os meses de maio a novembro de 2012, os alunos foram submetidos a diversas atividades, as quais foram divididas em seis etapas: (1) visita guiada aos laboratórios do Departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); (2) apresentação de seminários sobre o tema “zebrafish” (modelo animal utilizado nas atividades de investigação); (3) treinamento dos alunos nas técnicas e protocolos necessários para a manutenção do *zebrafish* em laboratório; (4) elaboração de um projeto de pesquisa utilizando o *zebrafish* como ferramenta experimental (atividade de investigação); (5) execução do projeto de investigação e obtenção dos resultados; e (6) apresentação, sob a forma de seminários, dos resultados obtidos em cada projeto.

Anterior ao início da aplicação destas etapas das atividades baseadas na investigação foi solicitado aos alunos que preenchessem duas escalas, uma relacionada à questão emocional e outra a motivação em aprender, além de um questionário sobre ciência. Esses instrumentos foram novamente aplicados ao final desse estudo para a comparação dos resultados antes e depois das atividades investigativas.

Visita guiada aos Laboratórios do Departamento de Bioquímica da UFRGS

Esta etapa teve como principal objetivo proporcionar aos alunos um contato direto com pesquisadores e estudantes de pós-graduação do Departamento de Bioquímica da UFRGS. Esta atividade permitiu aos alunos do ensino médio

uma observação *in loco* de como e por quem a atividade científica é praticada. Ao chegarem ao Departamento de Bioquímica, os alunos assistiram a uma palestra sobre Ciência ministrada por um pesquisador do Departamento de Bioquímica. Após, os alunos foram levados a 3 laboratórios de pesquisa, onde foram recebidos por 1 aluno de pós-graduação em cada laboratório, o qual fez um breve relato dos projetos científicos em que estava/está inserido. O relato consistiu de uma breve apresentação dos objetivos do projeto científico seguida de uma descrição dos principais resultados obtidos. Durante os relatos, cada estudante de pós-graduação fez uso de instrumentos e equipamentos laboratoriais (como por exemplo microscópios, culturas de células, computadores, etc.) para apresentação de seus projetos de pesquisa. Aos alunos do ensino médio foi permitido o uso de tais instrumentos e equipamentos para a visualização dos resultados apresentados pelos estudantes de pós-graduação. O registro da atividade foi realizado pela professora responsável pela turma com auxílio de uma câmera digital. Além disso, cada aluno do ensino médio fez seu próprio registro através do uso de celulares e/ou smartphones. Todos os 60 alunos participaram desta etapa.

Após a finalização desta etapa, foi criado e disponibilizado aos alunos um grupo fechado na rede social Facebook, onde o acesso ao grupo foi permitido somente aos alunos das turmas participantes da pesquisa, a professora pesquisadora e aos professores da UFRGS envolvidos no estudo. A criação do grupo teve como objetivo disponibilizar aos envolvidos neste estudo um canal direto de comunicação e troca de informações, bem como um espaço para postagem de depoimentos e impressões dos estudantes sobre as atividades desenvolvidas.

Apresentação de seminários sobre o tema “zebrafish”

Após a visita aos laboratórios do Departamento de Bioquímica da UFRGS, as turmas foram divididas em seis grupos de cinco pessoas. Cada grupo ficou encarregado da realização de uma pesquisa bibliográfica sobre um dos seguintes temas relacionados a biologia do *zebrafish*: (1) habitat de origem, (2) anatomia, (3) fisiologia, (4) alimentação, (5) dimorfismo sexual e (6) biologia reprodutiva. Os alunos foram estimulados a consultar tanto fontes bibliográficas convencionais (artigos científicos) quanto não convencionais (protocolos disponíveis na internet, páginas de institutos de pesquisa ou

universidades e livros). Todos os 6 temas foram previamente estabelecidos pelo grupo de professores envolvidos no estudo.

Após a conclusão da pesquisa bibliográfica, os alunos realizaram uma apresentação, na forma de seminários, das informações encontradas. A apresentação foi realizada no anfiteatro da escola e teve como público a própria turma, a professora-pesquisadora e os professores da UFRGS envolvidos no estudo. Os grupos fizeram uso de power point e projetor e/ou vídeos para apresentação dos seminários.

O objetivo dessa etapa foi proporcionar aos alunos uma familiarização com as principais características biológicas do *zebrafish*.

Animais

Para as atividades de ensino baseado na investigação, foi utilizado o peixe *zebrafish* (*Danio rerio*) como modelo de estudo. Esta espécie apresenta diversas características que favorecem seu uso como modelo animal, tais como pequeno espaço requerido para manutenção e baixo custo por animal (Grunwald and Eisen, 2002). Foram utilizados peixes adultos, de ambos os sexos, com aproximadamente 3-5 meses (peso 0,250 – 0,450 g), os quais foram obtidos de fornecedores especializados e mantidos em aquários com água continuamente aerada. A temperatura da água foi regulada em $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e os aquários foram iluminados naturalmente. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia com ração comercial. Todos os procedimentos envolvendo a manutenção e uso dos animais foram realizados de acordo com as Diretrizes do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP-Brasil).

Treinamento e manutenção dos aquários

Inicialmente, cada grupo de alunos recebeu, por parte dos professores da UFRGS, um treinamento sobre como realizar a manutenção dos animais em laboratório. Nessa etapa, os alunos foram treinados nas principais técnicas de limpeza e manutenção dos tanques, bem como os procedimentos para alimentação dos animais. A manutenção dos aquários foi realizada durante três semanas a fim de proporcionar uma aclimação dos animais ao laboratório. Os alunos confeccionaram uma planilha de controle para cada aquário onde foram anotados os seguintes itens: nome do responsável pela manutenção, horário da manutenção, qualidade da água, temperatura da água, intensidade das listras dos animais, comportamento dos peixes durante a alimentação.

O objetivo dessa etapa foi ensinar aos alunos todas as técnicas necessárias para a manutenção dos animais em um ambiente adequado e constante no laboratório de ciências, além de proporcionar o trabalho em equipe, vivenciar como funciona o dia-a-dia de um laboratório e assumir a responsabilidade do trabalho que estava sendo desenvolvido.

Elaboração do projeto de investigação

Após o período de aclimatação dos animais ao laboratório, os alunos foram reunidos em seus grupos para que juntos elaborassem uma proposta de atividade investigativa utilizando o *zebrafish* como modelo de estudo.

Foi vedado aos alunos qualquer procedimento que envolvesse sofrimento, dor ou morte dos animais. No protocolo deveria constar a pergunta a ser respondida, as hipóteses existentes e os procedimentos metodológicos que seriam adotados no experimento. Cada grupo ficou livre para confeccionar seu próprio protocolo experimental. Todo processo foi acompanhado e auxiliado pela professora responsável pela pesquisa e pelos professores da UFRGS.

Durante esta etapa, os alunos puderam vivenciar algumas das etapas indispensáveis ao método científico.

Execução do projeto de investigação

Cada grupo, fazendo uso do protocolo experimental desenvolvido, reuniu-se separadamente dos demais grupos para realização do experimento. Alguns experimentos foram realizados em um único dia, outros foram feitos ao longo de uma semana ou mais. Os materiais utilizados pelos nos experimentos foram fornecidos pela Universidade ou adquiridos pelos próprios alunos. Os experimentos realizados na escola foram todos relacionados a observações do comportamento dos peixes em relação a situações diversas, como por exemplo: um grupo propôs comparar a atividade exploratória dos peixes em aquários ornamentados e sem ornamentação. Para isso, os alunos fizeram filmagens em intervalos de tempo determinados e compararam a agitação dos peixes nos diferentes aquários ao longo de uma semana. Visto que o *zebrafish* é uma espécie gregária, a atividade exploratória do cardume foi determinada através da distância média dos peixes em relação à base do aquário, ou seja, quanto maior a atividade exploratória, maior a distância dos animais em relação à base do aquário. Outro grupo se propôs verificar se os animais apresentavam traços de memória em relação a determinado evento. Para tanto, ao longo de

uma semana os alunos alimentaram os animais em diversos locais do aquário na presença de uma fonte de luz (lanterna). Após a semana de condicionamento, os alunos colocaram somente a fonte de luz e verificavam se os peixes se aproximavam com o intuito de receber comida. Foi avaliado o tempo e o número de animais que permaneceram no local da fonte da luz.

Seminário para divulgação dos resultados

Após a conclusão dos experimentos, os grupos foram reunidos para organização dos dados, realização da análise estatística e elaboração e preparação dos seminários. A apresentação dos seminários foi realizada no Departamento de Bioquímica da UFRGS e teve como público professores e estudantes de pós-graduação. Cada grupo dispôs de quinze minutos para apresentação e cinco minutos para perguntas do público.

O objetivo dessa etapa foi permitir o contato dos alunos com uma das etapas mais importantes do fazer científico, a organização dos dados e divulgação dos resultados.

Avaliação Emocional

A avaliação da intensidade das emoções em relação a escola e as aulas de Biologia foi realizada de acordo com a Escala da Teoria Diferencial das Emoções de Carrol Izard (1977) (anexo 2), validada para a língua portuguesa por Cristina Maria Leite Queiróz em sua tese de doutorado (Queiróz, 1997). A escala das emoções diferenciais de Carrol Izard é constituída de sete emoções negativas (raiva, desgosto, desprezo, angústia, medo, vergonha e culpa), duas emoções positivas (interesse e alegria) e uma neutra (surpresa). A intensidade das emoções foi medida em escala ancorada por 0 – não senti e 5 – senti muito.

A Escala da Teoria Diferencial das Emoções foi aplicada antes do início e após a finalização das atividades de investigação.

Avaliação da Motivação

Para avaliação da motivação dos alunos foi utilizada a Escala de Avaliação da Motivação para Aprender (EMA), desenvolvida e testada por Neves & Boruchovitch (2007) da Universidade Estadual de Campinas/SP (anexo 3). A escala consiste em trinta e quatro perguntas em forma de escala do tipo Likert.

Um exemplo de uma questão da escala é: Eu estudo porque estudar é importante para mim: () sempre () às vezes () nunca. A alternativa, “sempre”

vale 3 pontos para as questões referentes às orientações motivacionais intrínsecas e 1 ponto para as extrínsecas. A alternativa “nunca” vale 1 ponto para as questões relativas às orientações motivacionais intrínsecas e 3 para as extrínsecas e a alternativa “às vezes” vale 2 pontos para todas as questões. O valor máximo de pontos a ser obtido na escala é de 102 e o valor mínimo é de 34. Quanto maior é a pontuação do estudante na escala, maior é a sua orientação motivacional intrínseca.

A Escala da Avaliação da Motivação para Aprender (EMA) foi aplicada para observarmos possíveis mudanças na motivação dos alunos antes e após as atividades de investigação.

Questionário sobre Ciência

Além das escalas de emoção e motivação, foi avaliado também a concepção de ciência e cientista dos alunos envolvidos no estudo. Para isso, um questionário abordando o tema ciência foi aplicado. O questionário consistiu de cinco questões abertas (listadas abaixo) com objetivo de conhecer a concepção dos alunos em relação à ciência e cientista. O questionário sobre ciência foi aplicado antes e depois das atividades de investigação para observação de possíveis mudanças na concepção dos alunos.

Questionário sobre Ciência:

1. No seu entendimento, o que é Ciência?
2. Onde encontramos a Ciência no nosso dia a dia?
3. Quem faz a Ciência?
4. Descreva, através de palavras ou desenhos, como você vê um cientista.
5. Você consegue se imaginar sendo um cientista?

Análise estatística

Os dados relativos a escala de motivação foram expressos como média±desvio padrão e analisados segundo o teste T de Student para amostras pareadas. Os dados da escala de emoção foram expressos como número total de alunos em cada nível de intensidade, os quais foram analisados segundo teste Qui-quadrado. $P < 0,05$ foi considerado significativo.

A análise das respostas do questionário sobre Ciência foi feita de forma qualitativa utilizando o método indutivo, descrito por Roque e Galiazzi (2007), seguido da produção de categorias a partir das unidades de respostas dadas pelos alunos.

Resultados e discussão

Emoção

De acordo com os resultados apresentados nas figuras 1 e 2, não houve variação significativa na distribuição dos alunos em cada emoção avaliada de acordo com o nível de intensidade. Desta forma, a participação em atividades de ensino baseado na investigação não foi capaz de alterar os níveis de intensidade emocional dos alunos em relação a escola e as aulas de biologia. Isso provavelmente se deve ao fato da escala apresentar dados estáticos em que os alunos pouco tivessem a liberdade de expressar suas emoções, que além dessas poderiam ser muitas outras.

Com esses resultados observa-se também que a maioria dos alunos apresentou maiores intensidades para emoções positivas tanto em relação ao ambiente escolar quanto as aulas da disciplina de biologia. Podemos ver também que há uma pequena diferença entre a intensidade das emoções em relação ao ambiente escolar e a aula de biologia. O número de alunos com intensidade 5 de interesse é maior para aula de biologia que para o ambiente escolar. Esses resultados nos levam a pensar que esses alunos sentem-se bem e inseridos no ambiente que a escola oferece e quando estão nas aulas de biologia as emoções são mais intensas. De acordo com Santos (2007), os aspectos emocionais têm papel determinante no processo de desenvolvimento e constituição (orgânica e social) do indivíduo, além disso, as emoções desempenham um importante papel no processo de construção de significados em sala de aula, estando o trabalho do professor relacionado aos impulsos e interesse dos estudantes em relação ao conhecimento científico nas aulas.

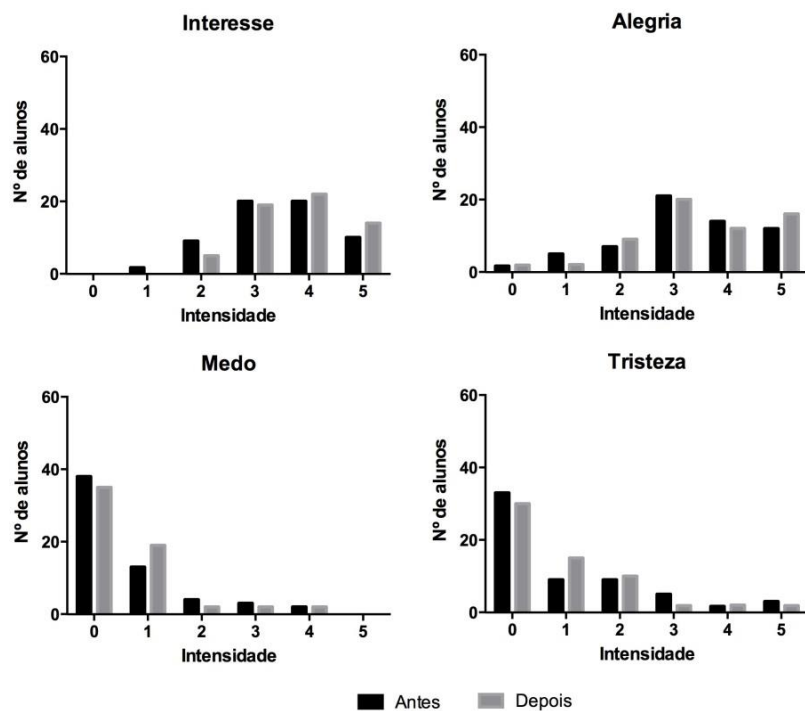


Figura 1.- Distribuição dos alunos em cada nível de intensidade emocional com relação ao ambiente escolar. A avaliação da intensidade emocional foi baseada na Teoria Diferencial das Emoções proposta por Carrol Izard (Queiróz, 1997). Os dados estão expressos em números absolutos e foram analisados através do teste Qui-quadrado ($P < 0,05$). Não foi observada diferença estatística entre a distribuição dos alunos em cada intensidade emocional antes e depois da realização das atividades investigativas.

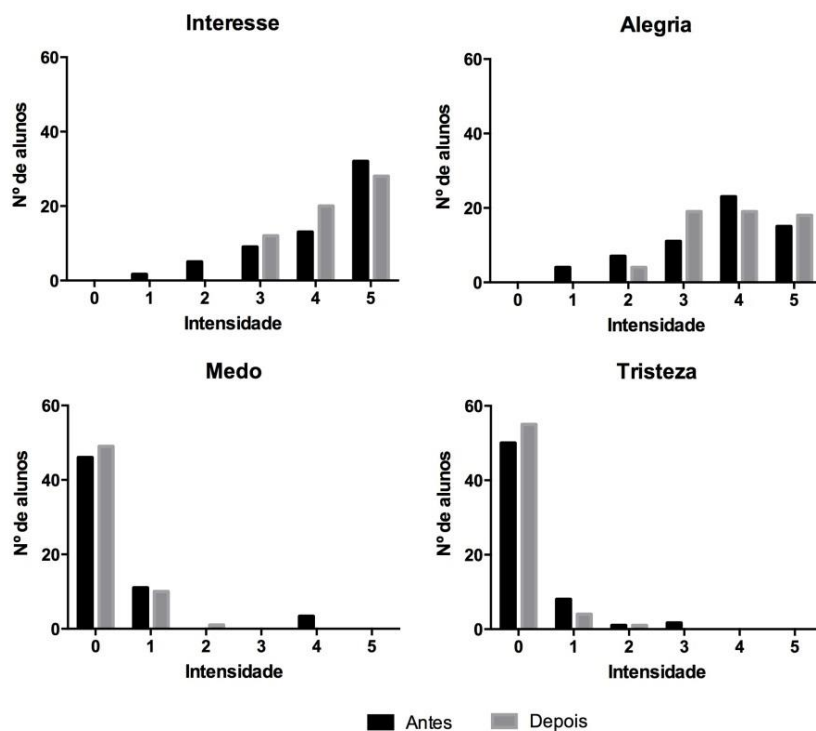


Figura 2.- Distribuição dos alunos em cada nível de intensidade emocional com relação as aulas de Biologia. A avaliação da intensidade emocional foi baseada na Teoria Diferencial das Emoções proposta por Carrol Izard (Queiróz, 1997). Os dados estão expressos em números absolutos e foram analisados através do teste Qui-quadrado ($P < 0,05$). Não foi observada diferença estatística entre a distribuição dos alunos em cada intensidade emocional antes e depois da realização das atividades investigativas.

Motivação

Analisando os resultados obtidos na escala de motivação (Figura 3) não foi observado mudanças na pontuação dos alunos antes e depois das atividades investigativas. Esses dados nos levaram a algumas conclusões, tais como, os alunos já vinham motivados nas aulas de biologia ou a divulgação da participação deles nesse trabalho diferenciado interferiu na motivação, já que assinaram um termo de consentimento informado antes de aplicarmos a escala e iniciarmos as atividades, o que já passava certa ideia do que iriam fazer.

Outra observação que trouxe esse resultado foi relacionada a uma questão que preocupava bastante antes do início as atividades, a de manter todos os alunos motivados durante todo o processo, já que as atividades se estenderiam por seis meses. Em relação a essa questão obteve-se um resultado positivo, pois, a motivação inicial se manteve ao longo do trabalho desenvolvido. Para Guimarães e Boruchovitch (2004), um estudante motivado estará, por consequência, mais envolvido no processo de aprendizagem, engajando-se nele e persistindo em tarefas desafiadoras, tentando desenvolver novas habilidades de compreensão e de domínio.

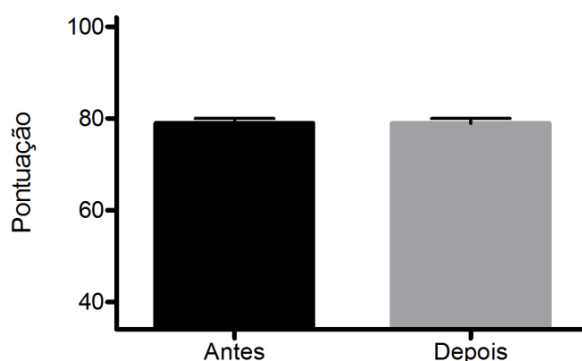


Figura 3.- Pontuação dos alunos na Escala de Avaliação da Motivação para Aprender (EMA) antes e após a realização das atividades investigativas. Os dados estão expressos como média±s.d. e foram analisados através do teste T de Student ($P < 0,05$). Não foi

observada diferença significativa na pontuação dos alunos antes e depois das atividades investigativas.

Concepção de Ciência e Cientista

A figura 4 mostra que inicialmente a maioria dos alunos tinha o estudo dos seres vivos como conceito de ciência. A concepção de ciência parece ser mais conteudista, isto é, relativa aos conteúdos ministrados na disciplina. A ideia conteudista revelada pelas respostas dos alunos foi encontrada também em estudo com alunos da 8ª série realizado por Zamunaro (2002) em que os alunos relacionam o conceito de ciência com as diversas áreas de estudo desta disciplina. Em pesquisa realizada por Scheid et al. (2003) em alunos de formação inicial do curso de ciências biológicas de três universidades públicas do Paraná, há a constatação de que parte dos alunos pesquisados relaciona ciência, aos conceitos biológicos como: estudo da vida, dos seres vivos, do corpo humano, associa ciência também com descobertas e invenções.

Após a conclusão das atividades investigativas o conceito de ciência mudou consideravelmente e passou a ser dado pela maioria dos alunos como um conhecimento baseado no método científico ou relacionado ao saber científico. Na análise dos resultados ficou bem clara a mudança da percepção de ciência dos alunos, bem como, a incorporação de uma nova ideia que antes das atividades não foi demonstrada em momento algum.

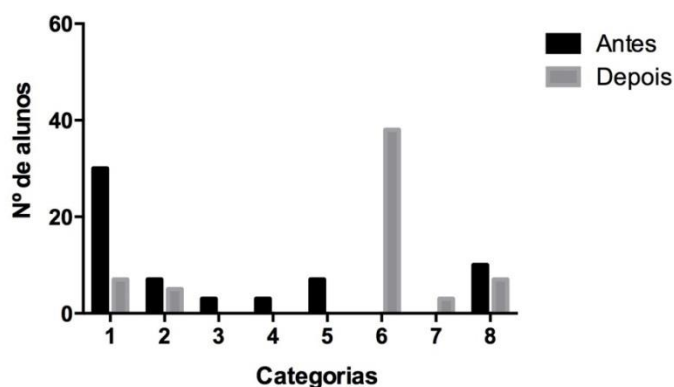


Figura 4.- Mapeamento das respostas dos alunos em relação a pergunta: No seu entendimento, o que é ciência? O questionário foi aplicado antes e após a realização das atividades investigativas. Categoria 1: Ciência é o Estudo dos seres vivos. Categoria 2: Ciência é o Estudo de todas as coisas. Categoria 3: Ciência é Tecnologia, futuro, progresso. Categoria 4: Ciência é o descobertas, inovações. Categoria 5: Ciência é experiências, curiosidades. Categoria 6: Ciência é o conhecimento baseado no método científico ou relacionado ao saber científico. Categoria 7: Ciência é o conhecimento racional, lógico. Categoria 8: Outros.

Na figura 5, observa-se que o conhecimento prévio dos alunos já os levava a ligar o mundo científico às coisas que os rodeiam e, após as atividades investigativas, isso tornou-se mais evidente, tanto que vemos um aumento do número de alunos dando a resposta “em todas as coisas e lugares” e o um abandono a respostas que indicam somente lugares e coisas específicas.

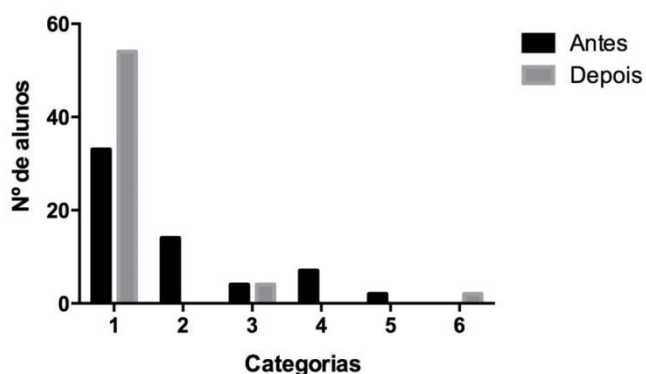


Figura 5.- Mapeamento das respostas dos alunos em relação a pergunta: Onde encontramos ciência no nosso dia a dia? O questionário foi aplicado antes e após a realização das atividades investigativas. Categoria 1: Em todas as coisas e lugares. Categoria 2: Natureza, florestas, animais, plantas, pessoas. Categoria 3: Farmácias, laboratórios, indústria. Categoria 4: Escola, casa, aulas, televisão. Categoria 5: Na tecnologia. Categoria 6: Outros.

Na figura 6 observa-se que houve uma mudança grande na ideia dos alunos em relação a visão deles sobre quem faz ciência, já que antes das atividades investigativas havia o predomínio de um pensamento voltado para pessoas específicas como: todos nós (de uma forma vaga, qualquer um), professores, cientistas, estudiosos,... após as atividades ainda a ideia de “todos nós” apareceu, mas surgiram novas respostas como a de que dentro da escola poderia ser feito ciência e não somente em laboratórios com cientistas “padrões” (com jaleco branco, óculos, etc.), além disso, uma maioria dos alunos passou a ver o método científico como necessário para busca de respostas de perguntas. Essa nova percepção dos alunos revelou que eles passaram a perceber que a ciência precisa de certas condições e o método científico se faz necessário para validar as respostas encontradas em qualquer experimento que venham a desenvolver, mas o interessante é que a escola passou a ser um lugar próprio para isso também, deixando claro, que a ciência

passou a fazer parte do cotidiano deles. Notamos também que existem mais segurança e objetividade nas respostas dos alunos.

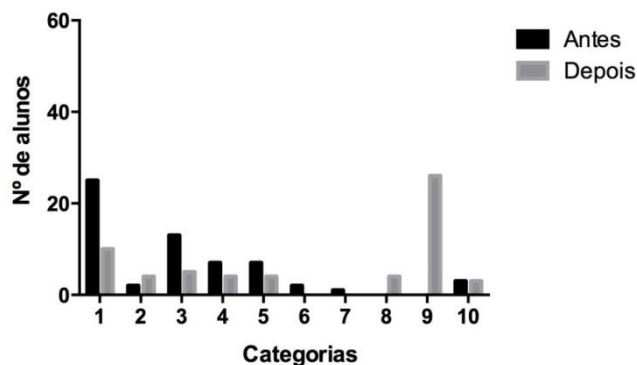


Figura 6.- Mapeamento das respostas dos alunos em relação a pergunta: Quem faz ciência? O questionário foi aplicado antes e após a realização das atividades investigativas. Categoria 1: Todos nós. Categoria 2: Professores. Categoria 3: Cientistas. Categoria 4: Pessoas que estudam as mais diversas áreas. Categoria 5: Pessoas estudiosas, curiosas, dedicadas, preparadas, inteligentes. Categoria 6: Biólogos, químicos, farmacêuticos e físicos. Categoria 7: Grandes cientistas como Mendel, Einstein, etc. Categoria 8: Não apenas cientistas "padrões", mas quem está fazendo experiências, como na escola, pode ser considerado cientista. Categoria 9: Todos que tenham perguntas e busquem respostas para elas através do método científico. Categoria 10: Outros.

Em relação às respostas escritas nota-se inicialmente, como mostra a figura 7, uma variedade de respostas que indicam diversas visões de um cientista, destacando a ideia muito divulgada na mídia que é a de um cientista inventor que faz coisas malucas. Outra coisa que observamos é que antes das atividades investigativas eles idealizavam o cientista como alguém de jaleco branco, óculos e que fica preso em um laboratório estudando. As características de pessoa inteligente, curiosa e dedicada também se destacaram entre as respostas mais comuns. Essa visão de cientista apresentada pelos alunos dessa pesquisa é muito parecida com a que aparece nos estudos de Zamunaro (2002) e De Meis (1993).

Após as atividades investigativas apareceu um novo pensamento em relação a essa questão, e percebemos que a vivência proporcionada ao longo desse estudo mudou a visão de cientista desses alunos, dando uma noção mais próxima da realidade e desfazendo um pouco a visão infantil de desenho animado imposta pela mídia. A resposta passou a ser que um cientista seria uma pessoa que faz pesquisa, tem perguntas para instigar a procura por

respostas que vem através de experimentos que terão resultados concretos ou não. Esses dados nos mostram que a vivência do trabalho investigativo em sala de aula pode mudar a visão do aluno não só da aparência do cientista, mas a noção da existência de um método científico.

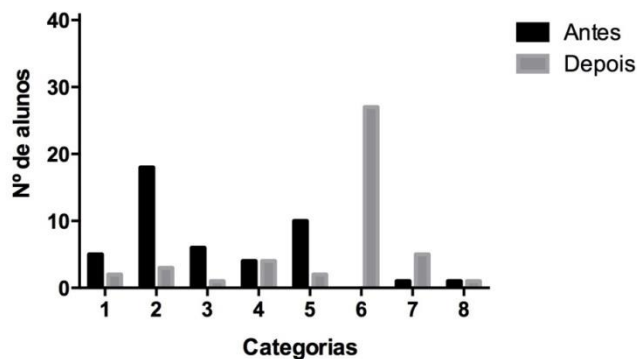


Figura 7.- Mapeamento das respostas dos alunos em relação a solicitação: Descreva, através de palavras ou desenhos, como você vê um cientista. O questionário foi aplicado antes e após a realização das atividades investigativas. Categoria 1: Pessoa inteligente, curiosa, estudiosa, persistente, interessada, dedicada, atualizado, responsável, gosta do que faz. Categoria 2: Criador, inventor, busca inovações, faz experiências malucas. Categoria 3: Pessoa que busca a cura de doenças, novos remédios. Categoria 4: Professores. Categoria 5: Uma pessoa de óculos, jaleco branco, fica em um laboratório. Categoria 6: Pessoa que tenta achar respostas, pesquisa, estuda muito, faz experimentos que podem obter resultados concretos ou não. Categoria 7: Pessoa que trabalha para obter descobertas que beneficiam a todos. Categoria 8: Outros.

Os desenhos (figura 8) foram feitos por uma menor parte dos alunos, tanto antes como depois das atividades de investigação e selecionamos seis desenhos que ilustram bem as respostas escritas mencionadas acima. Antes das atividades podemos observar que o cientista era alguém dentro de um laboratório, de jaleco branco, óculos, do sexo masculino e indicado como alguém maluco e genial. Esses resultados iniciais também foram percebidos por De Meis (1993) em seu estudo. Após as atividades já podemos ver os alunos trazendo essa realidade para eles, a aparência muda, passa a ser uma pessoa comum, real, que trabalha com ideias, perguntas, gráficos e podem ser mulheres também.



Figura 8.- Desenhos representativos da visão dos alunos com relação a imagem de um cientista, antes e após a realização das atividades investigativas.

Na figura 9 observa-se a grande mudança dos alunos em relação a ver-se ou não como um cientista. Com as respostas das perguntas anteriores podemos notar que eles se viam distantes desse mundo científico antes das atividades desenvolvidas, vemos claramente a mudança de ideia nesses alunos e que eles conseguiram assumir o papel de cientistas, e a partir daí conseguindo ver-se como um. A importância do resultado mostrado nesse gráfico está muito além de um simples não, sim ou talvez, está mostrando que atividades como essas que desenvolvemos levam os alunos a uma nova realidade dentro do ensino da biologia podendo inclusive despertar novos profissionais na área da pesquisa, já que esta encontra-se atualmente bem distante das escolas e da realidade da maioria dos alunos das escolas públicas brasileiras.

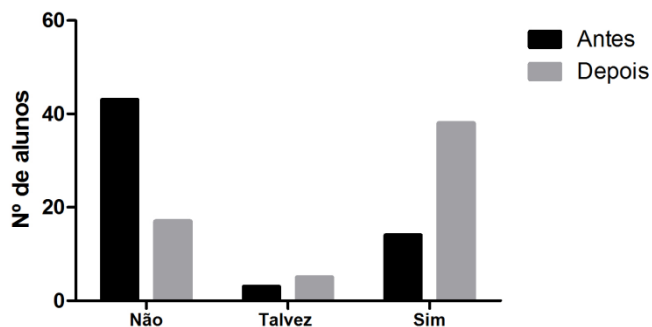


Figura 9.- Mapeamento das respostas dos alunos em relação a solicitação: Você consegue se imaginar sendo um cientista?. O questionário foi aplicado antes e após a realização das atividades investigativas.

Considerações Finais

No Brasil, o ensino de ciências tem se realizado por meio de proposições científicas, apresentadas na forma de definições, leis e princípios e tomados como verdades absolutas, sem maior problematização e sem que se promova um diálogo mais estreito entre as teorias e evidências do mundo real. O resultado é que estudantes não aprendem conteúdos das Ciências e constroem representações inadequadas sobre a ciência como empreendimento sociocultural. Além disso, a concepção das práticas “científicas” entre estudantes do ensino fundamental e médio brasileiros são demasiadamente diferentes daquelas que são de fato práticas “científicas” dos cientistas.

Este estudo demonstrou que a introdução de atividades de ensino por investigação nas aulas de biologia do ensino médio regular foi capaz de promover uma mudança na concepção dos alunos acerca do que é um cientista, o que ele faz e como faz. Após a conclusão das atividades, os estudantes apontaram a ciência não mais como “o estudo dos seres vivos” e sim como “uma atividade ou conhecimento baseados no método científico”. Além disso, o fazer científico não ficou mais restrito a figura do cientista, sendo estendido a qualquer indivíduo que tenha perguntas ou indagações e busque as respectivas respostas através do método científico.

Os resultados deste estudo apontam para uma real aproximação entre a prática pedagógica escolar e às diretrizes contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1999), os quais sugerem que a ciência deve ser apresentada ao aluno como uma atividade humana e o cientista como um

trabalhador, ambos originários de um mundo real, concreto e historicamente determinado. Além disso, nosso estudo também sugere que o uso de atividades de ensino baseadas na investigação, no ensino formal brasileiro, pode contribuir, sobremaneira, para uma desmistificação do processo “fazer ciência”, bem como para que os alunos adquiram as habilidades e competências para questionar, interpretar e compreender os fenômenos naturais.

Referências Bibliográficas

Brasil, Ministério da Educação. Secretária da Educação Média e Tecnológica (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino médio*. Brasília: MEC.

Costa, V.C.I. (2011). *Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)*. *Revista Távola Online*. Ed#5-3. Em: <<http://nucleotavola.com.br/revista/aprendizagem-baseada-emproblemas-pbl>>

Damásio, A.R. (1996). *O Erro de Descartes*. São Paulo: Cia. das Letras.

Damásio, A.R. (2000). *O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si*. São Paulo: Cia das Letras.

Deboer, G.E. (2006). Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. Em L. D. Flick e N. G. Lederman (Ed.), *Scientific Inquiry and Nature of Science* (pp. 17-35), Netherland: Springer.

De Meis, L.; Machado, R.C.P.; Lustosa, P.; Soares, V. R.; Caldeira, M. T.; Fonseca, L. (1993). The stereotyped image of the scientist among students of diferente countries: evoking the alchemist? *Biochemical Education*, 21, 75-81.

De Meis, L.; Leta J. (1996). A profile of science in Brazil. *Scientometrics*, 35, 33-34.

De Meis, L.; Leta J. (1997). *A ciência no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Falcão, P.H.B. (2011). *O ensino da disciplina metodologia científica através de mapas conceituais e do diagrama do conhecimento*. Pernambuco: Editora da UPE.

Fita, E.C. (1999). O professor e a motivação dos alunos. Em J. A. Tapia e E. C. Fita. *A motivação em sala de aula: o que é, como se faz* (pp. 65-135). 4.ed. São Paulo: Loyola.

Gardner, H. (1995). *Inteligências Múltiplas- A Teoria na Prática*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.

Guerra, S.T. e Prista, M. (2003). *A construção de um instrumento de avaliação das emoções para a anorexia nervosa*. Revista Psicologia, saúde e doenças, 4, 97-110.

Guimarães, S.E.R.; Boruchovitch, E. (2004). *O Estilo Motivacional do Professor e a Motivação Intrínseca dos Estudantes: Uma perspectiva da Teoria da Autodeterminação*. Psicologia: Reflexão e Crítica, 17, 2, 143-150.

Grunwald, D.J., and Eisen, J. S. (2002) *Headwaters of the zebrafish - emergence of a new model vertebrate*. Nature Reviews Genetics, 3, 717-724.

Izard, C.E. (1977). *Human Emotions*. New York: Plenum.

Johnson, M.; Zinkhan, G. M. (1991). *Emotional Responses to a Professional Service Encounter*. Journal of Services Marketing, 5, 2, 5-15.

Krasilchik, M. (2004). *Prática de Ensino de Biologia*. 4ª ed. São Paulo: Edusp.

Liang, J.O. et al. (2011). *Original Research in the Classroom: Why Do Zebrafish Spawn in the Morning?*. Zebrafish, 8, 4, 191-202.

Maia, R.T. (2008). *A importância da disciplina de metodologia científica no desenvolvimento de produções acadêmicas de qualidade no nível superior*. Revista Urutagua, Maringá, n.14, dez./07./jan./fev./mar.2008. Em: <<http://www.urutagua.uem.br/014/14maia.htm>>.

Moraes, R.; Galiazzi, M. do C. (2007). *Análise textual discursiva*. Ijuí: Ed. Unijuí.

Munford, D.; Lima, M.E.C.C. (2007). *Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?*. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, 9, 1-20.

Neves, E.R.C. & Boruchovitch, E. (2007). *Escala de Avaliação da Motivação para Aprender de Alunos do Ensino Fundamental (EMA)*. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas.

OECD (2006). *Sciences competencies for tomorrows world: PISA 2006*. Em: <http://portal.inep.gov.br/pisa-programa-internacional-de-avaliacao-de-alunos>.

Queiróz, C.M.L. (1997). *Emoções e comportamento desviante: Um estudo na perspectiva da personalidade como sistema auto-organizador*. Lisboa: Universidade do Porto.

Santos, F.M.T. (2007). *As emoções nas interações e a aprendizagem significativa*. Ensaio pesquisa em Educação em Ciências, 9, 2, 1-15.

Scheid, N.M.J.; Boer, N.; Oliveira, V. (2003). L. B. Percepções sobre ciências, cientistas e formação inicial de professores de ciências. IV ENPEC, Bauru. Ata, ABRAPEC.

Zamunaro, A.N.B.R. (2002). Representações de Ciência e Cientista dos Alunos do Ensino Fundamental. Bauru, Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista.

ANEXO 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezados Pais/Responsáveis/Alunos

Os alunos do terceiro ano dos turnos da manhã e da tarde da Escola Estadual de Ensino Médio André Leão Puente estão sendo convidados a participarem, como voluntários, de uma pesquisa referente ao ensino por investigação e seu impacto na aprendizagem de alunos do ensino médio. O objetivo dessa pesquisa é investigar o impacto que o uso de atividades que envolvam o ensino por investigação causam sobre a emoção, motivação e concepção de Ciência e cientista em alunos do ensino médio.

A pesquisa será realizada em sala de aula, durante as aulas de Biologia. Haverá uma visita (com data a ser agendada e concordância dos pais e da escola) aos laboratórios do Departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (Rua Ramiro Barcelos, 2600 – Porto Alegre/RS), a qual será guiada pelo professor Diogo Losch de Oliveira e três alunos de pós-graduação do PPG em Bioquímica. Nesta atividade, será mostrado aos alunos todas as atividades desenvolvidas nos laboratórios do Departamento de Bioquímica da UFRGS.

Ao longo da pesquisa os alunos participantes serão solicitados a responder duas escalas relacionadas a motivação e emoção na escola, bem

como responderão de um questionário sobre Ciência. Além disso, os alunos desenvolverão atividades de investigação científica no laboratório de Ciências da escola, a qual será de responsabilidade da professora Vanessa Martini e Diogo Losch de Oliveira. As atividades poderão ser filmadas ou gravadas em alguns momentos. Estas gravações terão caráter exclusivamente acadêmico, ou seja, serão utilizados para análise do desempenho dos alunos nas atividades. Deve ficar claro que em nenhum momento será utilizado e divulgado o nome e imagem dos alunos participantes em meios de comunicação sem autorização prévia dos pais ou responsáveis. Todos os dados da pesquisa estarão sob sigilo ético. O projeto relacionado a esta pesquisa será encaminhado e julgado quanto ao seu mérito pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS.

Os dados coletados nesta pesquisa serão utilizados para a elaboração da dissertação de mestrado a ser apresentada no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A participação dos alunos tem caráter voluntário e pode ser interrompida a qualquer momento.

Caso exista alguma dúvida em relação à pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora pelo telefone (51) 8112 7280.

Vanessa Martini da Silva

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Título do Projeto: **O ensino por investigação e seu impacto na aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola pública brasileira**

Pesquisadores Responsáveis: Prof. Dr. Diogo Losch de Oliveira (Orientador) e Prof^a Vanessa Martini da Silva (Mestranda)

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

“Diante dos esclarecimentos prestados, autorizo meu filho (a) _____, turma _____, a participar do

estudo **O ensino por investigação e seu impacto na aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola pública brasileira**, na qualidade de voluntário.”

Canoas, _____ de _____ de 2012.

Ciente:

Nome do Responsável

Assinatura do Responsável

PS.: Contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS pelo fone (51) 3308-3629.

ANEXO 2: Escala da Teoria Diferencial das Emoções de Carrol Izard.

EMOÇÕES	INTENSIDADE					
	0	1	2	3	4	5
1. Interesse, curiosidade, atenção						
2. Alegria, felicidade, contentamento						
3. Surpreso, espanto, pasmo						
4. Angústia, aflição, agonia						
5. Cólera, raiva, ira						
6. Nojo, repugnância, repulsão						
7. Desprezo, desdém, menosprezo						
8. Medo, temor, receio						
9. Vergonha, timidez, acanhamento						
10. Tristeza, desânimo, desmoralização						

ANEXO 3: Escala de Avaliação da Motivação para Aprender (EMA)

Perguntas	Sempre	Às vezes	Nunca
1. Eu estudo porque estudar é importante para mim			
2. Eu estudo por medo dos meus pais brigarem comigo			
3. Eu tenho vontade de conhecer e aprender assuntos novos			
4. Eu faço os deveres de casa por obrigação			
5. Eu gosto de estudar assuntos desafiantes			
6. Eu estudo para ter um bom emprego no futuro			
7. Eu gosto de estudar assuntos difíceis			
8. Eu estudo porque meus pais prometem me dar presentes, se as minhas notas forem boas			
9. Eu me esforço bastante nos trabalhos de casa, mesmo sabendo que não vão valer como nota			
10. Eu estudo porque minha professora acha importante			
11. Eu estudo mesmo sem os meus pais pedirem			
12. Eu estudo porque fico preocupado(a) que as pessoas não me achem inteligente			
13. Eu me esforço bastante nos trabalhos, em sala de aula, mesmo sabendo que não vai valer como nota			
14. Eu estudo por medo dos meus pais me colocarem de castigo			
15. Eu estudo porque estudar me dá prazer e alegria			
16. Eu só estudo para não me sair mal na escola			
17. Eu fico tentando resolver uma tarefa, mesmo quando ela é difícil para mim			
18. Eu estudo para os meus pais deixarem eu sair com os meus amigos ou fazer as coisas que eu gosto			
19. Eu prefiro aprender, na escola, assuntos que aumentem minhas habilidades ou meus conhecimentos			
20. Eu só estudo para agradar meus professores			
21. Eu faço minhas lições de casa, mesmo que meus pais não me peçam			
22. Eu prefiro estudar assuntos fáceis			
23. Eu estudo porque gosto de ganhar novos conhecimentos			
24. Eu estudo apenas aquilo que a professora avisa que vai cair na prova			
25. Eu gosto de estudar			
26. Eu só faço meus deveres de casa porque meus pais acham importante			
27. Eu procuro saber mais sobre os assuntos que gosto, mesmo sem minha professora pedir			
28. Eu só estudo porque quero tirar notas altas			
29. Eu gosto de ir para a escola porque aprendo assuntos interessantes lá			
30. Eu só estudo porque meus pais mandam			
31. Eu estudo porque quero aprender cada vez mais			
32. Eu estudo por obrigação			
33. Eu fico interessado (a) quando a professora começa uma matéria nova			
34. Eu desisto de fazer uma tarefa quando encontro dificuldades			

2.2 Capítulo II

Aprendizagem significativa no ensino de biologia pela proposição de atividades de ensino baseadas na investigação

Vanessa Martini da Silva, Eduardo Pacheco Rico, Diogo Souza, Diogo Losch de Oliveira

Artigo a ser submetido ao periódico Ciência e Educação.

Aprendizagem significativa no ensino de biologia pela proposição de atividades de ensino baseadas na investigação

Meaningful learning in biology teaching by the proposition of activities inquiry-based teaching

Vanessa Martini da Silva, Eduardo Pacheco Rico, Diogo Souza, Diogo Losch de Oliveira.

Resumo

Este artigo relata uma experiência que utiliza atividades investigativas no ensino de Biologia como uma estratégia para oportunizar uma aprendizagem significativa aos alunos do ensino médio. Para as atividades de investigação, foi utilizado o peixe zebrafish e executamos essas atividades em seis etapas. Com a conclusão das seis etapas, juntamos todo material disponível, vídeos, fotos, descrição dos professores, depoimentos dos alunos e descrições das atividades feitas semanalmente. Analisamos esse material e estabelecemos uma aproximação entre o ensino por investigação e aprendizagem significativa, além de apresentar alguns pressupostos teóricos qualitativos sobre alterações comportamentais dos alunos ao longo das atividades propostas. Os resultados obtidos apontam algumas características pertinentes às atividades de investigação no ensino, as quais se referem à aprendizagem significativa, como: satisfação; autonomia; envolvimento nas aulas e predisposição em aprender e participar de todas as etapas propostas e ainda ressalta a proximidade entre tais atividades e a teoria mencionada.

Palavras-chave: Ensino por investigação. Aprendizagem significativa. Ensino de biologia.

Abstract

This work reports a trial that used inquiry-based activities for biology teaching as a strategy to provide opportunities for meaningful learning in high school students. For inquiry-based activities, we used zebrafish to perform the activities. At the end of activities, we gathered all available materials (such as

videos, photos, student testimonials and descriptions of activities) to perform the analyses. We try to establish a connection between the inquiry-based teaching and meaningful learning. Results showed that students presented significantly improvements in their satisfaction, autonomy, involvement with class and willingness to learn, features proposed to be important to meaningful learning.

Key words: Inquiry-based teaching. Meaningful learning. Biological Education.

Introdução

Atualmente, o Brasil vem atravessando um momento decisivo nos ensinamentos de ciências e biologia. Segundo dados da última avaliação do PISA (Programme for International Student Assessment - 2006) mais de 60% dos alunos brasileiros não apresentam competência suficiente na área de ciências. Além disso, 85,3% dos estudantes situam-se entre os níveis de proficiência 0 e 2 da escala interpretativa proposta pelo Programa, indicando que eles possuem um padrão de conhecimento em ciências tão limitado que só conseguem aplicá-lo a poucas situações familiares, fazendo uso de explicações científicas óbvias, as quais seguem quase imediatamente a uma evidência apresentada. Este baixo desempenho colocou o país em 52º lugar entre as 57 nações avaliadas, apresentando o pior índice entre os países da América Latina.

Dentro deste cenário amplamente desfavorável, alguns trabalhos vêm apontando para a necessidade de superar, este “mar de falta de significação” que tem inundado as aulas de ciências, onde apenas aprendizagens mecânicas desprovidas de significado estão sendo promovidas (MATTHEWS, 1995). Neste contexto, alguns pesquisadores na área de Ensino de Ciências têm apontado para o uso de atividades investigativas como possíveis práticas pedagógicas que possibilitam a articulação entre os conhecimentos escolares e as práticas dos cientistas (DUSCHL, 2005; SANDOVAL, 2005, PRAIA, 2007; SÁ et al., 2007). Essa proposta procura abarcar os contextos em que os conhecimentos científicos são constituídos, possibilitando novas leituras e relações, por parte dos alunos, sobre como a ciência é feita e onde ela pode ser aplicada. Além disso, o ensino por investigação visa também aproximar o aluno do contexto da produção dos conhecimentos, possibilitando que tais

conhecimentos interajam de maneira significativa com a estrutura cognitiva dos alunos.

Muitas das características apresentadas pelo ensino por investigação aproximam-se dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa. Neste sentido, Matthews (1994) afirma que a educação científica não pode restringir-se ao conhecimento de fatos e teorias científicas, mas sim à introdução dos alunos à cultura científica, por meio da qual o aluno possa tomar contato com a sua natureza e a prática do conhecimento científico. Além disso, a solução de problemas ou execução de atividades investigativas começa com a ativação dos conhecimentos prévios dos alunos, desde de que o problema seja significativo para o aluno (POZO, 1998).

Dentro da perspectiva apresentada acima, o objetivo do presente trabalho foi investigar se o uso de estratégias de ensino baseadas na investigação pode promover a Aprendizagem Significativa em estudantes do ensino médio da rede escolar pública brasileira.

Referencial Teórico

Aprendizagem significativa

O marco teórico para a realização da pesquisa se fundamenta na Teoria da Aprendizagem Significativa (T.A.S.) proposta, inicialmente, por David Ausubel em 1976, a qual se refere a formação de alunos críticos e reflexivos, que saibam se comunicar com a sociedade e, principalmente, no aprendizado da ciência. Para Moreira (2011) a aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com um conjunto de conhecimentos especificamente relevantes já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

A Teoria da Aprendizagem Significativa procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento. Segundo Ausubel, o processo de ensino necessita fazer algum sentido para o educando, ou seja, a nova informação precisa interagir e ancorar-se nos conceitos relevantes já existentes em sua

estrutura cognitiva. Quando não há interação entre a nova informação e o conhecimento armazenado, ocorre uma aprendizagem mecânica, e os conceitos adquiridos ficam arbitrariamente distribuídos na estrutura cognitiva sem estar ligados a conceitos subsunçores específicos. A aprendizagem mecânica, no entanto, é importante no processo de ensino, pois quando uma nova informação é desconhecida pelo indivíduo, essa nova informação poderá ser armazenada arbitrariamente até que se formem na estrutura cognitiva do indivíduo elementos de conhecimento que possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados (MOREIRA, 1997). Na aprendizagem significativa o novo conhecimento nunca é internalizado de maneira literal, porque o componente idiossincrático da significação permite que o sujeito atribua um significado único para este (MOREIRA, 1997).

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi enriquecida pela proposta de Moreira (2010) ao considerar os problemas da educação, e em particular do ensino de ciências. Para superar as dificuldades de um ensino mergulhado em “um mar de falta de sentido” (MATTHEWS, 1995), o autor propõe onze princípios que deveriam ser considerados nas atividades educativas (MOREIRA, 2010):

1. Princípio do conhecimento prévio: Aprender que aprendemos a partir do que já sabemos;
2. Princípio da interação social e de questionamentos: Aprender a ensinar perguntas e não respostas;
3. Princípio da não centralidade do livro texto: Aprender a partir de diferentes materiais educativos, potencialmente significativos;
4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador: Aprender que somos perceptores e representadores do mundo;
5. Princípio do conhecimento como linguagem: Aprender que a linguagem está totalmente implicada em toda e qualquer tentativa humana de perceber a realidade.
6. Princípio da consciência semântica: Aprender que o significado está nas pessoas e não apenas nas palavras;
7. Princípio da aprendizagem pelo erro: Aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros;

8. Princípio da desaprendizagem: Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência;
9. Princípio da incerteza do conhecimento: Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar;
10. Princípio da não utilização do giz e do quadro negro: Aprender a partir de distintas estratégias de ensino;
11. Princípio do abandono da narrativa: Aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão.

Ensino baseado na investigação

O ensino por investigação ou ensino baseado na investigação constitui uma abordagem que tem uma longa história na educação em ciências. Esta estratégia de ensino visa principalmente fomentar o questionamento, o planejamento, a recolha de evidências, as explicações com bases nas evidências e a comunicação (BAPTISTA, 2010). Usa processos da investigação científica e conhecimentos científicos, auxiliando os alunos a aprender a “fazer ciência” e “sobre ciência”. Em linhas gerais, esse tipo de ensino favorece a promoção de atividades que estimulam o engajamento dos estudantes em situações que permitem reproduzir parcialmente ou integralmente a atividade científica, favorecendo o questionamento, a pesquisa e resolução de problemas (MAGNUSSON et al., 2006).

Atualmente, existe uma tendência para abordar o ensino por investigação como algo de novo e inovador, como se tratasse de uma abordagem recente para o ensino das ciências. No entanto, este começou a afirmar-se desde o século XIX, quando as disciplinas de ciências passaram a integrar os currículos de vários países (BYBEE; DEBOER, 1994; DEBOER, 2006; LEITE, 2001; BAPTISTA, 2010). Nos Estados Unidos, por exemplo, o ensino de ciências por investigação é um tema predominante e consolidado nos National Science Education Standards (NSES) desde 1996. Segundo este documento, o uso desta estratégia no ensino de ciências permite aos alunos tornarem-se capazes de: (i) experimentar a riqueza e o entusiasmo de quem compreende o mundo natural; (ii) utilizar processos e princípios científicos apropriados para tomar decisões particulares; (iii) engajar de forma inteligente em discussões e

debates que envolvam temas que dizem respeito à ciência e à tecnologia; (iv) aumentar a produtividade econômica utilizando conhecimento, compreensão e habilidades que uma pessoa letrada cientificamente possui em sua carreira.

No Brasil, essa abordagem está menos “consagrada” e é relativamente pouco discutida (LIMA et al., 2008). Mesmo assim, o interesse vem crescendo, sendo que pesquisadores e educadores estão voltando-se para a questão nos mais diversos níveis de ensino (fundamental, médio e superior).

As atividades investigativas podem ser estratégias de ensino que, agregadas às outras que já são usuais e consolidadas, podem contribuir para a diversificação e a qualificação das práticas pedagógicas nas aulas de ciências (MUNFORD; LIMA, 2007). A fundamentação desta hipótese reside no diagnóstico de que, em geral, o ensino de ciências no Brasil tem se realizado por meio de proposições científicas, apresentadas na forma de definições, leis e princípios e tomados como verdades de fato, sem maior problematização e sem que se promova um diálogo mais estreito entre teorias e evidências do mundo real. Em tal modelo de ensino, poucas são as oportunidades de se realizar investigações e de argumentar acerca dos temas e fenômenos em estudo. O resultado é que estudantes não aprendem conteúdos das Ciências e constroem representações inadequadas sobre a ciência como empreendimento cultural e social (LIMA et al., 2008). Assim, seria impossível esperar que um aluno compreendesse, de fato, um conceito científico (como por exemplo, a seleção natural) de forma desvinculada da investigação de problemas autênticos como aqueles examinados por biólogos evolutivos. Afinal, o conhecimento não seria apenas sensível ao contexto de sua aprendizagem ou origem, mas verdadeiramente dependente desse contexto.

Metodologia

Local de estudo e grupo amostral

Este estudo foi realizado em uma escola estadual do município de Canoas no Estado do Rio Grande do Sul e no Departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

O grupo amostral foi composto por sessenta alunos de duas turmas de terceiro ano do turno da tarde do ensino médio. Todos os participantes tinham entre dezesseis e dezoito anos de idade. Além dos alunos, participaram

também deste estudo a professora de Biologia (professora-pesquisadora) e 2 professores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, os quais foram os tutores do grupo em todas as atividades investigativas.

Atividades de ensino por investigação

Ao longo de seis meses foram desenvolvidas atividades envolvendo o ensino por investigação. Durante o período de duração do estudo, foi disponibilizado aos alunos um grupo fechado na rede social Facebook, o qual estava disponível somente aos alunos das turmas participantes da pesquisa, a professora pesquisadora e os professores da UFRGS envolvidos no estudo. Esse grupo tinha como objetivo manter conectados todos os envolvidos no processo, bem como, servir de local para esclarecimentos de dúvidas, relatos de depoimentos sobre as atividades de investigação, trocas de referências bibliográficas, fotos e vídeos construídos pelos alunos durante as atividades. As atividades investigativas foram também filmadas, fotografadas e registradas em diário de campo pela professora pesquisadora.

Para o desenvolvimento das atividades de ensino baseado na investigação, foi utilizado o peixe-zebra ou *zebrafish* (*Danio rerio*) como modelo animal. O uso deste modelo justifica-se por ser um organismo vertebrado com baixo custo e fácil manutenção.

As atividades de ensino por investigação foram divididas em sete etapas:

1. As turmas envolvidas nesse estudo foram levadas ao Departamento de Bioquímica da UFRGS para visitar os diversos laboratórios de pesquisa. Durante a visita, os alunos conheceram os estudos ali desenvolvidos, principalmente aqueles utilizando o *zebrafish*. O objetivo dessa etapa foi apresentar aos alunos os laboratórios de pesquisa bem como proporcionar-lhes um contato com os cientistas e com o “fazer ciência”.
2. Após a visitação aos laboratórios do Departamento de Bioquímica, foi solicitado aos alunos de cada turma que se dividissem em cinco grupos de seis pessoas e realizassem uma pesquisa bibliográfica sobre o *zebrafish*. Cada grupo recebeu uma temática de pesquisa: (a) ambiente de origem do *zebrafish*, (b) anatomia, (c) fisiologia, (d) alimentação, (e) diferenciação entre machos e fêmeas e (f) reprodução. Os resultados da

pesquisa bibliográfica foram organizados e apresentados, por cada grupo, sob a forma de seminários no anfiteatro da escola.

3. Com a conclusão de todas as apresentações, cada grupo de alunos recebeu um aquário contendo dezoito animais. Durante três semanas, os alunos ficaram encarregados de realizar a manutenção dos aquários, a qual envolvia limpeza e troca de água semanais e alimentação diária dos animais. O treinamento para manutenção dos aquários foi dada pelos professores da UFRGS. Além disso, foi solicitado aos alunos que confeccionassem uma planilha de controle para cada aquário contendo os seguintes itens: qualidade da água, intensidade das cores das listras laterais do *zebrafish*, comportamento dos peixes durante a alimentação e temperatura da água. O objetivo dessa etapa foi familiarizar os alunos com as tarefas de manutenção periódica dos animais em um ambiente adequado e constante no laboratório de Ciências da escola.
4. Ao longo do tempo em que os alunos ficaram responsáveis pela manutenção dos aquários foi proposto que eles elaborassem uma proposta de pesquisa, na forma de pergunta, sobre algo que gostariam de investigar em relação aos animais. Nesta etapa, o objetivo foi incentivar o pensamento científico, instigar a curiosidade e prepara-los para próxima etapa do trabalho, que está ligada ao protocolo experimental e ao método científico.
5. A quinta etapa consistiu da elaboração de um protocolo experimental para responder a pergunta formulada na etapa anterior. O protocolo experimental envolvia análise de determinados aspectos comportamentais observados durante o período de manutenção dos animais. Todo processo foi acompanhado e teve auxílio da professora pesquisadora e dos professores da UFRGS. Essa etapa teve como objetivo apresentar os alunos a elaboração de uma hipótese e delineamento de uma metodologia para avaliá-la.
6. Com a elaboração do protocolo experimental, os grupos reuniram-se para a realização dos experimentos. Alguns experimentos foram realizados em um único dia, outros foram desenvolvidos ao longo de uma semana ou mais. Os experimentos realizados no laboratório da escola foram todos relacionados a observação comportamental dos

peixes em relação a situações diversas. Como exemplo podemos citar o protocolo de um dos grupos, que propôs verificar se o comportamento dos peixes era diferente quando colocados em aquários ornamentados e sem ornamentação. Para isso, os alunos fizeram filmagens com tempos determinados e comparavam a atividade exploratória dos peixes nos diferentes aquários ao longo de uma semana. Outro grupo propôs verificar se os animais apresentavam um aprendizado alimentar condicionado. Para isso, ao longo de uma semana o grupo alimentou os animais em diferentes locais do aquário. Nestes locais, uma pequena lâmpada era acesa simultaneamente com a entrega da comida. Após uma semana de condicionamento, o grupo apresentou somente a fonte de luz num determinado ponto do aquário a fim de verificar se os animais apresentaram uma associação entre luz e comida.

7. Após a realização dos experimentos, os grupos reuniram-se para organizar e analisar os resultados obtidos. Nesta etapa os alunos lançaram mão do uso de computadores e softwares (planilhas de cálculo, editores de texto, softwares para construção de gráficos e tabelas, etc.). Após a análise dos resultados, foi solicitado aos alunos que elaborassem um seminário para apresentação dos dados obtidos, a qual foi realizada para professores e alunos de pós-graduação do no Departamento de Bioquímica da UFRGS. Cada grupo teve em média quinze minutos de apresentação e cinco minutos para perguntas do público. O objetivo dessa etapa foi envolver os alunos na organização e interpretação bem como na divulgação dos resultados, demonstrando-lhes a importância deste processo para a construção da Ciência.

Avaliação da eficácia das estratégias de ensino por investigação em promover a Aprendizagem Significativa

Os registros e materiais coletados pela professora pesquisadora ao longo das 7 etapas mencionadas acima (vídeos, fotos, descrições e depoimentos dos alunos, etc.) tornaram-se fonte de dados para o presente trabalho e foram reunidos para análise.

Foi realizada uma análise qualitativa dos dados por meio da análise interpretativa do discurso dos alunos, tendo como referencial teórico Moraes e

Galiazzi (2007). Ao longo da análise, utilizando o método indutivo, produzimos quatro categorias a partir das unidades de análise construídas dos registros e materiais disponíveis: satisfação, autonomia, envolvimento e predisposição em aprender.

Para realizarmos a análise e discussão dos dados contidos nos registros, utilizamos também alguns referenciais teóricos ligados ao ensino por investigação e a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011; NOVAK, 1988; AUSUBEL, 1980)

Resultados e Discussão

Durante os seis meses em que foram desenvolvidas as atividades de ensino por investigação, a análise dos registros (vídeos, fotos, depoimentos espontâneos dos alunos e suas descrições semanais sobre as tarefas realizadas, e material gerado no facebook) nos proporcionou observar mudanças significativas no comportamento dos alunos, principalmente naquelas relacionadas a autonomia, satisfação, envolvimento e predisposição em aprender. Tais comportamentos são considerados fundamentais para a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011). Moreira (1999) argumenta ainda que para evidenciar se um determinado conteúdo foi aprendido significativamente é necessário que o aluno explique com as próprias palavras, por meio de verbalização, ou texto escrito, os novos conhecimentos adquiridos.

Satisfação: a satisfação em aprender acontece quando buscamos as mais diferentes formas de aprendizagem e as vivenciamos uma a uma em diferentes níveis. Segundo Rodrigues (1976), "O aprender depende basicamente de motivos intrínsecos, ou seja, aprende-se quando se está feliz, sadio e desejado no local em que está inserido".

López & Gonzáles (2001) definem a satisfação ou insatisfação dos alunos com as aulas como um estado psicológico expresso pelo resultado de vivências afetivas entre os polos positivos e negativos (agradável-desagradável), na medida em que o objeto da atividade dê respostas às suas necessidades e corresponda aos seus motivos e interesses, sendo que as qualidades gerais das vivências afetivas se relacionam precisamente com esses polos.

As atividades que possuem a qualidade de “despertar o envolvimento” induzem, na maior parte das vezes, um sentimento de “satisfação”. A fonte deste sentimento pode variar, mas deve sempre implicar uma resposta a estímulos e exploração. Este sentimento de satisfação é com frequência implícito, mas, por vezes, podemos reconhecê-lo quando uma pessoa olha com grande satisfação para o seu trabalho querendo mostrá-lo (OLIVEIRA-FORMOSINHO, 2004).

Ao longo desse estudo, a satisfação obtida com o novo aprendizado foi notória entre os alunos. Como exemplo, podemos citar um depoimento de um aluno, onde o mesmo expressa seu sentimento de satisfação com a realização das atividades:

“Adorei muito fazer esse trabalho, foi uma experiência nova que me permitiu pensar em coisas nunca passadas pela minha cabeça antes. Foi algo que eu realmente não esperava que fosse acontecer neste ano, gostei muito de todas as etapas e principalmente de ter sido um trabalho de grande importância, até apresentamos na UFRGS para professores e alunos da universidade. Quem dera todos alunos tivessem esta mesma oportunidade.”

Na fala acima, é possível visualizar o contentamento do aluno, sua surpresa em fazer algo novo, o valor que dá ao resultado de sua participação no trabalho e a demonstração de orgulho do que fez. Além disso, como é possível observar o desejo que outros alunos possam ter a mesma oportunidade e, principalmente, vivenciar a mesma experiência. Segundo estudos, há indicadores de que a satisfação do aluno facilita a aprendizagem e o desempenho, quando o aluno se envolve numa atividade por razões intrínsecas gera maior satisfação e na sequência o aumento da concentração, a atenção às instruções do professor, a procura de novos conhecimentos e a tentativa de aplicar o conhecimento a novos contextos (GUIMARÃES, 2001).

Autonomia: a autonomia é um termo de origem grega cujo significado está relacionado com independência, liberdade ou autossuficiência. Segundo Benson (2001), a autonomia é “a capacidade de controlar seu próprio processo de aprendizagem”, sendo esse controle possível de descrição em termos de comportamentos (ou resultados de algum processo psicológico) observáveis. Em Educação, a autonomia do estudante revela capacidade de organizar

sozinho os seus estudos, sem total dependência do professor, administrando eficazmente o seu tempo de dedicação no aprendizado e escolhendo de forma eficiente as fontes de informação disponíveis (<http://www.significados.com.br/autonomia/>).

Nas descrições semanais, feitas pelos grupos de alunos, foi possível observar as incertezas e medos que surgiram durante a realização das atividades. Porém, foi possível também observar um gradual e contínuo ganho de independência e autonomia para solução de problemas seguido de tomadas de decisão assertivas e atitudes rápidas, as quais faziam uso de todo o conhecimento adquirido e construído com a experiência do dia a dia e com as pesquisas e orientações dadas pelo grupo de professores tutores.

Abaixo citamos uma das descrições de grupo como exemplo do comentado acima:

“[...] A princípio estava tudo bem, temperatura da água de 20° C, comportamento normal, às 13hs todos comeram e o aquário não estava muito sujo. Ao limpamos o aquário retiramos os peixes e os colocamos em um becker, fizemos a contagem dos peixes, agora temos 8 machos e 10 fêmeas. Limpamos o aquário, após analisamos melhor o comportamento dos peixinhos, observamos que hoje ao mudarmos eles de lugar eles defecaram na água, como separamos os machos das fêmeas também percebemos que as fêmeas fizeram em maior quantidade e a coloração também tem certa diferença. Os pequenos, quando em grupo, têm dificuldade de chegar até a comida e às vezes nem comem. Descobrimos isso os separando no becker. Então após a limpeza foi colocado água no aquário, estava tudo pronto quando colocamos nossos peixes novamente no aquário, mas um deles resolveu nos assustar, nadando de costas por alguns segundos,... Ficamos ali até ele voltar ao normal, logo ficou tudo bem, ... Outra coisa que aconteceu também foi que o nosso filtro não estava funcionando, tentamos arrumar, como não conseguimos, trocamos o filtro, pois, não poderíamos sair dali na dúvida se ele iria funcionar. Bom, como podemos perceber, o nosso dia foi bem conturbado hoje e espero que eles estejam bem...”

Através da descrição acima é possível notar a capacidade de observação detalhada dos alunos, bem como, a demonstração de responsabilidade e autonomia para tomar decisões em grupo, favorecendo o pensamento criativo

e transferibilidade do conteúdo aprendido às situações apresentadas. Estas ideias corroboram àquelas propostas para o ensino por investigação e para a aprendizagem significativa, na qual o aluno não é um receptor passivo de informações, ele mesmo estabelece relações, discute e constrói o conhecimento.

Envolvimento: o envolvimento dos alunos em aula refere-se ao pensamento estratégico sobre a resolução do problema, preferência pelo desafio e investimento psicológico na aprendizagem (...) é a capacidade do estudante autorregular o seu investimento na aprendizagem” (SEELEY et al., 2009, p. 74). O envolvimento dos alunos, na escola, é caracterizado como um constructo multidimensional que integra os pensamentos, os sentimentos e os comportamentos dos estudantes (FREDERICKS; BLUMENFELD; PARIS, 2004; FURLONG et al., 2003, referidos por FURLONG; CHRISTENSON, 2008). Além disso, o envolvimento também pode ser caracterizado pela motivação, atração e entrega à situação, abertura aos estímulos e intensidade da experiência (quer ao nível físico, quer ao nível cognitivo) e por uma profunda empolgação e energia. O envolvimento também é determinado pelo impulso exploratório e pelo padrão individual de necessidades ao nível desenvolvimental (LAEVERS, 1994).

Para Borssoi e Almeida (2005) a participação ativa nas atividades de aprendizagem pode indicar se há predisposição do aluno para aprender significativamente.

No depoimento abaixo, é possível observar claramente a entrega, a motivação, a emoção, a empolgação e o envolvimento dos alunos com as atividades propostas.

“Amei esse trabalho. Proporcionou uma maior aproximação entre o pessoal da turma e até com algumas professoras. Mostrou um pouco para nós o que é estar em uma universidade e que nem todo cientista é "maluco"; vi o que faz um cientista, para que serve uma publicação, como as teorias funcionam... Pessoalmente vi que é possível fazer um trabalho com um grupo grande, com vários desafios e dar tudo certo; aprendi que quanto mais coisas temos para fazer, mais tempo arrumamos para novas atividades e que tudo que nos dedicamos, o resultado é sempre surpreendente, só temos que ter paciência.

Aprendi a fazer um trabalho científico, que será muito útil quando eu estiver em uma universidade. Em fim, aprendizado que levarei para vida toda e que com toda certeza só tenho lembranças boas desse trabalho. Foi a primeira vez que eu vi várias pessoas na escola empolgadas com um trabalho de uma pequena parte do total de alunos da mesma.”

Baseado neste depoimento, é possível observar a ideia de envolvimento apresentada por Willms (2003), ao mencionar que o envolvimento escolar é visto como uma disposição do aluno para aprender a trabalhar com os outros e a envolver-se na instituição escolar, o que se expressa nos sentimentos de pertença do aluno e na sua participação, quer em atividades escolares, quer em extracurriculares. Na visão de Markwell (2007), o envolvimento escolar é a dimensão em que os estudantes estão ativamente empenhados, dedicados e comprometidos nas suas aprendizagens. Towler (2010) cita ainda que envolvimento escolar nos alunos implica sentimentos, uma atribuição de significados às suas experiências escolares e presume ação por parte dos discentes.

Predisposição para aprender: Fisher (1999) denominou de predisposição para a aprendizagem (*learning mindset*) a busca ativa pela informação e a realização de atividades que contribuem para a construção do conhecimento. De acordo com Ausubel (1980) mesmo que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo, se o aluno manifestar disposição apenas em memorizá-lo não poderá aprender significativamente. Para Moreira (1997), predisposição para aprender e aprendizagem significativa guardam entre si uma relação circular. Segundo Novak (1981), a predisposição para aprender envolve também experiência afetiva que o aprendiz tem no evento educativo. Sendo assim, sem esse envolvimento inicial, que proporciona o engajamento, os significados não se estabelecem, não ocorrendo aprendizagem significativa.

O depoimento transcrito abaixo mostra claramente esta questão da predisposição para aprender:

“Eu adorei ter tido a oportunidade de ter aulas práticas, conviver com os peixes e saber como é fazer uma experiência. Acho que isto mudou muito o nosso ensino médio, tínhamos as aulas normais de sempre e quando começamos a ter essas aulas diferentes muita coisa mudou, a turma ficou mais unida,

começamos a ler mais, ter noção de como a Ciência é feita, ligar as coisas que aprendemos na escola ao nosso dia a dia, ter contato com a universidade,... foi demais. Além disso, como foi fácil aprender tudo isso, foi natural, e com certeza não esqueceremos nunca. Pena que acabou... ☹

Predisposição para aprender e aprendizagem significativa guardam entre si uma relação de interdependência: aprendizagem significativa depende de predisposição para aprender e esta depende de aprendizagem significativa (NOVAK, 1988). Quanto mais o sujeito aprende de maneira significativa mais se predispõe a aprender (NOVAK, 1988). Moreira (2003) predisposição para aprender é uma condição para aprendizagem significativa, no sentido de que a ocorrência de aprendizagem significativa gera predisposição para aprendizagem significativa.

Considerações Finais

Atualmente, nas escolas brasileiras, temos um ensino de Biologia voltado, principalmente, para o ensino teórico, descritivo e com pouca utilidade fora da sala de aula. Essa situação é bastante agravante, já que, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Médio é fundamental que o ensino de Biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las e, quando for o caso, refutá-las. Desta forma, os alunos poderão compreender o mundo e nele agirem com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia (BRASIL, 1999).

Neste contexto, o ensino por investigação e a valorização de uma aprendizagem significativa podem auxiliar sobremaneira o professor na transformação de suas aulas, modificando por consequência a educação. Sandoval (2005) afirma que a importância de se trabalhar atividades investigativas em sala de aula fundamenta-se em proporcionar aos alunos uma formação crítica na construção do conhecimento. E a aprendizagem significativa surgiu como um aporte importante capaz de estimular a formação de alunos mais autônomos, que saibam estabelecer-se no mundo em que vivem.

Os resultados obtidos em nosso trabalho sugerem que as atividades de investigação desenvolvidas nas aulas de Biologia podem promover a

aprendizagem significativa em alunos do ensino médio. Sendo assim, levar aos nossos alunos propostas de atividades baseadas na investigação pode proporcionar ao aluno a aquisição dos conhecimentos de forma mais satisfatória, autônoma, envolvente e que desperte a predisposição em aprender.

Referências

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**, Rio de Janeiro: Interamericana. 1980.

AZEVEDO, M.C.P.S. **Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula**. In: Carvalho, A.M.P. (org.), Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática, p. São Paulo: Thomson, 2004.

BENSON, P. **Teaching and Researching Autonomy in Language Learning**. Harlow, Essex: Pearson Education Limited. 2001.

BORGES, A. T.; RODRIGUES, B. A. **Aprendendo a planejar investigações**. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, IX, 2004, Jaboticatubas. Atas...Minas Gerais: SBF, 2004.

BORSSOI, A. H.; ALMEIDA, L. M. W. **Modelagem Matemática e aprendizagem significativa: uma proposta para o estudo de equações diferenciais ordinárias**. Educação Matemática Pesquisa, São Paulo, v.6, nº 2, jan/jun, 2005.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ensino Médio. Secretária da Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC, 1999.

BYBEE, R.; DEBOER, G. **Research on goals for the Science curriculum**. In D. L. Gabel (Ed.), Handbook of Research on science Teaching and Learning. (NSTA). New York, NY: MacMillan Publishing Company, 1994. In Saraiva-Neves, M. et al. (2006). Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da física, em sala de aula – um estudo exploratório. Investigações em Ensino de Ciências – 11(3), 383-401.

CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, A. M. P. **Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica**. In M.Q. Gatica, & A. Adúriz-Bravo (Eds.). Enseñar

ciencias en el Nuevo milenio: retos e propuestas. Santiago: Universidade Católica de Chile, 2006.

DEBOER, G. E. **Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools**. In Flick, L. D. and Lederman, N. G. (Ed.), *Scientific Inquiry and Nature of Science*, Netherland, NED, Springer, p.17-35, 2006.

DUSCHL, R. **The high school laboratory experience: reconsidering the role of evidence, explanation and language of science**. Paper commissioned by the National Research Council on the Role of the Laboratory in High School Science, 2005. Disponível em: http://www7.nationalacademies.org/bose/RDuschl_comissioned_paper_71204_HSLabs_Mtg.pdf. Acesso em: 20 out. 2013.

DUSCHL, A. R. **The HS Lab experience: reconsidering the role of evidence, explanation and the language of science**. 2009.

FISHER, G. **Lifelong Learning: Changing Mindsets**. Proceedings of ICCE 99, 7th International Conference on Computers in Education on "New Human Abilities for the Networked Society, Japan. 1999.

FREDERICKS, J.; BLUMENFELD, P.; PARIS, A. **School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence**. *Review of Educational Research*, 74, 59 – 109, 2004.

FURLONG, M. J.; CHRISTENSON, L. **Engaging students at School and with learning: a relevant construct for all students**. *Psychology in the Schools*, 45 (5), 356-368, 2008.

FURLONG, M. L. M.; WHIPPLE, A.; JEAN, G.; SIMENTAL, J.; SOLIZ, A.; PUNTHUNA, S. In Jimerson, S., Campos, E., & Greif, J. *The California School Psychologist*, vol. 8, 99 - 114. Santa Bárbara: California, 2003.

GUIMARÃES, S. **Motivação Intrínseca, Extrínseca e o Uso de Recompensas em Sala de Aula**. In Boruchovitch, E & Bzuneck, J. A. (orgs). *A Motivação do Aluno*. (37-57). Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

LAEVERS, F. **The Leuven Involvement Scale for Young Children LIS-YC**. Manual and video tape, *Experiential Education Series*, 1. Leuven: Centre for Experiential Education, 1994.

LABURÚ, C.E; ZOMPERO, A. F. **As atividades de investigação no ensino de Ciências na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa**.

Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, Tandil, v.5, n.2, ago./dic, 2010.

LEITE, L. **Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências**. In Departamento do Ensino Secundário (Ed.). *Cadernos didáticos de Ciências*.777-96. Lisboa: Ministério da Educação, 2001.

LIMA, M. E. C. C.; DAVID, M. A.; MAGALHÃES, W. F. Ensinar ciências por investigação: um desafio para os formadores. **Química Nova na escola**, n. 29, p. 24-29, ago. 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc29/06-RSA-7306.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2014.

LÓPEZ, A.; GONZÁLEZ, V. **Niveles de Satisfacción por la Clase de Educación física**. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires: ano 6, n 32, 2001.

MAGNUSSON, S. J.; PALINCSAR, A. S. **Community, culture, and conversation in inquiry based science instruction**. IN: FLICK, L.D., LEDERMAN, N. G. *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning and teacher education*. Netherlands: Springer, p. 17-36, 2006.

MATTHEWS, M. R. **Science teaching: The role of history and philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994.

MATTHEWS, M. R. **História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação**. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MARKWELL, D. **The Challenge of Student Engagement**. Australia, University of Western, 2007.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Porto Alegre, 1997. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acessado em: 5 fev. 2014.

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A. **Linguagem e aprendizagem significativa**. Em: Atas, IV Encontro internacional sobre Aprendizagem Significativa, Maragogi: Universidade Federal de Alagoas, 2003.

- MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro Editora, 2010.
- MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- MUNFORD, D.; LIMA, M.E.C.C. **Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, 9, 1-20, 2007.
- NEWMAN Jr, W. J.; ABEL S. K.; HUBBARD, P. D.; MC DONALD, J. **Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods**. Journal of Science teacher education, 2004.
- NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira, 1981.
- NOVAK, J. D. **Aprendiendo a aprender**. Barcelona, Martínez Roca, 1988.
- NOVAK, J. D. **Matérias de pesquisa em ensino de física: estratégias metacognitivas para ajudar alunos a aprender a aprender**. (Traduzido por Marco Antonio Moreira). Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 32-36, abr, 1989.
- OECD. **Sciences competencies for tomorrows world: PISA 2006**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/pisa-programa-internacional-de-avaliacao-de-alunos>. Acesso em: 15 out. 2013.
- OLIVEIRA-FORMOSINHO, J.; ARAUJO, S. B. **O envolvimento da criança na aprendizagem: Construindo o direito de participação**. Análise Psicológica. Lisboa: Instituto Superior de Psicologia Aplicada, 2004.
- POZO, J. I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- PRAIA, J. et al. **O papel da natureza da Ciência na educação para cidadania**. Ciência & Educação, v. 13, n. 2, 2007.
- RODRIGUES, M. **Psicologia educacional: uma crônica de desenvolvimento humano**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1976.
- SÁ, E. F. et al. **As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em Ensino de Ciências**. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2007. Anais do VI ENPEC, Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007.
- SANDOVAL, W. A. **Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry**. Science Education, 2005.

SEELEY, K.; TOMBARI, L.; BENNETT, J.; DUNKLE, B. **Peer Victimization in Schools: A Set of Quantitative and Qualitative Studies of the Connections Among Peer Victimization, School Engagement, Truancy, School Achievement, and Other Outcomes.** National Center of School Engagement, 2009.

TROWLER, V. **Student engagement literature review.** The Higher Education Academy: Lancaster University, 2010.

WATSON, F. **Road. student's discussions in practical scientific inquiries.** International Journal Science education, 26(1) pp 25-45, 2004.

WILLMS, J. **Student Engagement at School - A Sense of Belonging and Participation: Results for PISA 2000.** Organization for Economic Co-Operation and Development, p. 1-11, 2003.

2.3 Capítulo III

Um olhar especial da pesquisadora sobre a dissertação

Vanessa Martini da Silva

De uma maneira mais informal quero retratar aqui acontecimentos que marcaram o decorrer do desenvolvimento desse trabalho de mestrado. Deparamo-nos, desde o início das atividades, com alunos sonhadores, ávidos por saberes e conquistas que muitas vezes nos surpreenderam de forma muito positiva, a ponto de mudar nosso olhar sobre a pesquisa e ver que os dados não estariam completos se não relatássemos essas histórias. A meu ver, os sonhos dos alunos deveriam ser considerados elementos-chave no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que refletem suas vivências, seus saberes, sua visão de mundo, frutos de seu cotidiano escolar, familiar e sociocultural. Porém, sabemos que muitos professores não valorizam os anseios e as ambições, bem como as experiências extraescolares dos alunos, pois, centrados nos conteúdos oficiais temem ultrapassar essa padronização pedagógica.

Para desenvolver esse trabalho contamos muito com a parceria dos alunos, já que sem a disposição e boa vontade deles não teríamos dados para analisar e apresentar nessa dissertação. Foram seis meses de convivência intensa, fins de semana juntos e muitas horas online de bate papos e trocas de informações que fizeram desse estudo uma aprendizagem não só científica, mas “humana”. Pretendo relatar aqui fatos que, muitas vezes, como professora procurei resolver sem, no entanto, obter êxito. Em uma das turmas que trabalhamos, tínhamos um grupo de três meninos que não se relacionavam com o resto da turma, e um em especial deixava claro que estava ali porque a mãe o obrigava e que não iria fazer nada nas aulas, nem mesmo as avaliações. Vários setores da escola e a família estavam cientes do problema, mas nada do que era feito surtia resultado positivo com os meninos. No início, quando propusemos a participação da turma no projeto eles não deram muita importância, mas mesmo assim assinaram o termo de consentimento informado, pois, eram maiores de idade (18 anos). Na primeira etapa do trabalho, que era uma visitação nos laboratórios de Bioquímica da UFRGS, somente dois deles participaram; o outro menino, o qual a mãe que obrigara ele a ir a escola, não compareceu. Posteriormente, o procurei e conversei durante um longo período, na tentativa de pelo menos saber o porquê que ele não havia participado da saída, uma vez que esse tipo de atividade é preferida por muitos alunos. A resposta foi que até gostaria de ter ido, mas teve que

resolver um problema. Pedi então que viesse no próximo encontro. Para minha surpresa ele veio no sábado de manhã como havíamos combinado, ficou afastado de todos, porém atento ao que era conversado com a turma. Enquanto a turma participava intensamente com perguntas, faziam vídeos dos procedimentos em seus celulares, tiravam fotos e discutiam com seus grupos, esse menino, sozinho, aproximou-se dos aquários onde estavam os peixes e ficou ali alguns minutos só observando os animais. Terminado as atividades daquele sábado, ele veio falar comigo e perguntou em que grupo de alunos estava o nome dele. Indiquei o grupo e ele foi embora. Durante a semana, passando pelo laboratório onde estavam os aquários, vi ele de jaleco dando comida para os animais. A partir deste momento, ele participou de todas as etapas, procurava o grupo de trabalho e fazia todas as atividades em sala de aula. No entanto, apesar desta mudança radical de comportamento, o que mais merece ser destacado neste relato é o fato de que este aluno passou a ter um aproveitamento de 100% em todas as avaliações (provas e trabalhos) de Biologia. Certamente, se eu continuasse com uma aula tradicional, sem desenvolver uma atividade que proporcionasse a participação mais ativa e decisiva de meus alunos e que despertasse a curiosidade e o desenvolvimento de perguntas, esse menino iria continuar lá, no canto dele, deixando o tempo passar e no final estaríamos os dois, eu com o meu descontentamento e ele com a sua resistência em participar e aprender mais.

Sem dúvidas, posso afirmar que durante todo esse trabalho tive experiências que mudaram a maneira pela qual eu via meus alunos. Muitas vezes, sem tempo em sala de aula, nos detemos a vencer conteúdos do nosso plano de estudos e deixamos de lado a mais bela e rica fonte de aprendizagem, que é a relação e a troca com esse seres humanos que estão na nossa frente, ali, só esperando um espaço para falar, alguém que se interesse pelos seus saberes e que estimule suas mentes a viajarem pelas milhares de perguntas que surgem naquela troca inesgotável de emoções.

Outro fato que gostaria de relatar é o impacto que atividades como essas causam sobre os caminhos que cada aluno tomará para a continuidade dos seus estudos. Antes de iniciarmos o trabalho tivemos uma conversa para explicar como seria o desenvolvimento das atividades investigativas e informalmente perguntamos quantos alunos, dos 60 presentes, pretendiam

fazer o ensino superior e menos da metade da turma levantou a mão. Logo após, perguntamos, dentre aqueles que iriam fazer o ensino superior, quantos fariam vestibular na UFRGS, e apenas seis levantaram a mão. Até aí, infelizmente, não vi nenhuma novidade, pois, como professora de escola pública há 11 anos posso dizer que é bastante comum os alunos de escola pública não se acharem capacitados intelectualmente e psicologicamente de passar nos vestibulares das universidades federais, fato que os leva a nem mesmo tentarem fazer o vestibular. Após a conclusão das atividades investigativas e próximo de encerrarmos os trabalhos do projeto, por curiosidade, voltamos a fazer as mesmas perguntas: Quantos pretendiam fazer o ensino superior? Para nossa alegre e emocionante surpresa, todos os alunos levantaram a mão, e destes somente sete não iriam tentar vestibular na UFRGS. Essa foi uma das surpresas mais marcantes desse trabalho. Apesar de não serem dados que posso mostrar em escalas, tabelas ou gráficos, fiz questão de relatar aqui, pois, só quem é professor de escola pública, que vê todos os dias alunos com um potencial incrível e na maioria das vezes pouco aproveitado, vai entender a emoção que é ver estes alunos estimulados a darem continuidade em seus estudos após a educação básica. Além disso, prazer igualmente emocionante é ver os alunos cheios de sonhos para o futuro. Convém ressaltar que, dos alunos egressos do projeto que fizeram vestibular na UFRGS, 7 estão cursando a graduação na Universidade.

Quero finalizar essa parte do trabalho com uma frase de Rubem Alves: “Não existe nada mais fatal para o pensamento que o ensino das respostas certas. Para isso existem as escolas: não para ensinar as respostas, mas para ensinar as perguntas. As respostas nos permitem andar sobre a terra firme. Mas somente as perguntas nos permitem entrar pelo mar desconhecido”.

3. DISCUSSÃO

Nas escolas brasileiras é possível observar que o ensino de ciências se apresenta como um ensino mecânico, desprovido de sentido, onde os estudantes não aprendem conteúdos das ciências e constroem representações inadequadas sobre a ciência como empreendimento cultural e social (Mundford e Lima, 2007). Por outro lado, nos últimos anos há um consenso na comunidade escolar de que o ensino básico deve aliar práticas de ensino tradicional aos elementos que promovam o desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo dos alunos, dando uma visão real de mundo para detectar os problemas existentes e gerar ferramentas capazes de promover formas de solucioná-los e atuar com mais autonomia na sociedade (Falcão, 2011; PCNs, 1999). Neste sentido, o ensino por investigação aparece no presente trabalho como um elemento que pode, aliado às práticas tradicionais, promover um ensino reflexivo e significativo. Além disso, nosso estudo também demonstrou que o ensino por investigação pode ser uma maneira de desenvolver competências e habilidades que possam impactar diretamente na emoção, na motivação e na concepção de ciência e cientista dos alunos.

Em relação à emoção e a motivação, nossos resultados mostraram que, de acordo com as escalas utilizadas, não houve alteração nos níveis emocionais e motivacionais dos alunos após a realização das atividades investigativas. Apesar das atividades investigativas não influenciarem os níveis emocionais e motivacionais dos estudantes, este dado indica que, pelo menos, os alunos se mantiveram motivados e com a mesma intensidade emocional ao longo dos seis meses de projeto. Manter estudantes envolvidos emocionalmente e motivados para aprender durante um período longo de tempo é hoje uma das tarefas mais desafiadoras no processo de ensino aprendizagem. Diversos autores tem demonstrado que crianças estão chegando às escolas cada vez menos motivadas para aprender (Knüppe, 2006). A maior dificuldade está em competir com os atrativos tecnológicos e com os brinquedos que encantam as crianças, os quais não estão presentes nas escola (Knüppe, 2006). Além disso, a sala de aula apresenta-se, muitas vezes, como um mundo repleto de atividades, geralmente, monótonas, avaliações obrigatórias, grande quantidade de estudantes por sala e propostas pedagógicas pouco desafiadoras. Por outro lado, segundo Zenti (2000), os professores podem mostrar aos seus alunos que estudar pode ser divertido. O

professor pode ser a figura responsável por organizar o ambiente despertador da motivação para aprender (Lima, 2000). Neste sentido, apesar de não observarmos alterações nos níveis emocionais e motivacionais dos alunos, as atividades de ensino por investigação foram capazes de, pelo menos, manter os estudantes envolvidos emocionalmente e motivados para aprender durante o período de realização do projeto. Isto sugere que o uso de atividades investigativas nas aulas de ciências ou biologia pode, de fato, amenizar este imenso problema que assola a educação e o ensino brasileiros, qual seja a falta de motivação dos alunos para aprender.

Outro tema que vem ganhando atenção por parte de pesquisadores na área de ensino de ciências é a concepção dos alunos em relação a atividade científica e ao fazer ciência (Kosmisnky e Giordan, 2002). Nosso questionário sobre concepção de ciência e cientista demonstrou uma surpreendente mudança na concepção e representação de ciência, por parte dos alunos, após a realização das atividades de investigação. Antes das atividades investigativas, prevalecia uma visão de ciência similar a observado por Becker (1994), em que a ciência é vista como algo absoluto, neutro, onde o principal objetivo dos cientistas é “descobrir leis naturais e verdades”. O cientista foi visto pela maioria dos alunos como alguém muito inteligente, geralmente velho, louco, cabeludo e despenteado, cujo principal local de trabalho é um laboratório repleto de vidrarias e tubos de ensaio. Estas representações aproximam-se daquelas observadas por Zamunaro (2002), onde os alunos expressaram, também por meio de desenhos, uma visão infantil sobre o cientista maluco e inventor assim como representaram a ciência como algo distante da realidade da escola. Segundo Fort e Varney (1989), estas representações acerca do cientista e de sua prática integram um conjunto de estereótipos comum entre os alunos, o qual é frequentemente reproduzido e veiculado nos meios de comunicação social, em filmes e desenhos animados. Após a realização das atividades investigativas, foi possível observar uma significativa mudança na concepção de ciência e cientista da maioria dos alunos avaliados. O cientista maluco, inventor, vestido de jaleco e óculos começou a dar lugar para uma visão mais próxima daquela que os cientistas possuem de si próprios (Lannes et al., 1998), sendo que alguns alunos até projetaram sua própria imagem para caracterizar um cientista (Fig. 8 do Capítulo I). Além disso, o método científico,

que antes das atividades investigativas não apareceu como resposta ligada a ideia de ciência, passou a fazer parte de praticamente todas as explicações e justificativas dos alunos. Nesse caso, podemos observar que o conceito de ciência e a imagem de cientista foram modificadas significativamente após a participação dos alunos nas atividades investigativas.

No segundo capítulo buscamos avaliar se o uso de atividades de ensino baseadas na investigação poderia promover a Aprendizagem Significativa nos alunos ao longo do desenvolvimento projeto. Apesar de não termos observado alterações nos níveis motivacionais dos alunos, o discurso apresentado por eles nos diversos canais de comunicação utilizados no projeto mostrava-nos que diversos comportamentos relacionados à aprendizagem significativa (como pro exemplo autonomia, envolvimento e predisposição para aprender) poderiam estar ocorrendo ao longo do desenvolvimento das atividades investigativas.

O marco teórico para essa avaliação se fundamentou na teoria da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel (1976) com o enriquecimento proposto por Moreira (1997). Ao longo da análise qualitativa do discurso dos alunos, utilizando o método indutivo, produzimos quatro categorias a partir das unidades de análise construídas por meio dos registros e materiais disponíveis: satisfação, autonomia, envolvimento e predisposição em aprender.

Os resultados mostraram uma aproximação entre o ensino por investigação e alguns princípios da aprendizagem significativa. A possibilidade que foi dada aos alunos de liberdade para expressar e conduzir as atividades investigativas durante o trabalho tornou o ensino por investigação um importante facilitador da compreensão do mundo que cercava os alunos (neste caso, as atividades investigativas), pois lhes instigou a curiosidade e levou a um maior envolvimento no processo de construção do próprio conhecimento. Além disso, os estudantes puderam expressar seus pensamentos e percepções através do grupo no facebook, de depoimentos semanais e de vídeos, permitindo-lhes a externalização dos conhecimentos e ideias bem como e o confronto e comparação das mesmas. Segundo Bordoni (2002), para que a aprendizagem significativa ocorra, ela deve ser concebida com a compreensão de significados, relacionando-os às experiências anteriores e

vivências pessoais dos alunos, permitindo-lhes a formulação de problemas, de algum modo desafiantes, que os incentivem a aprender mais, a estabelecer relações de diferentes tipos entre fatos, objetos, acontecimentos, noções, conceitos. Isto desencadearia modificações de comportamentos e contribuiria para utilização do que é aprendido em diferentes situações da vida do aluno (Bordoni, 2002).

Os capítulos dessa dissertação apontam que as atividades investigativas, além de impactarem sobre as emoções, motivação, concepção de ciência e cientista e a aprendizagem significativa dos alunos de ensino médio, podem oferecer aos alunos maior responsabilidade diante a aprendizagem, pois, o ensino por investigação permite que eles se sintam mais confiantes, satisfeitos, autônomos e responsáveis por suas atitudes em sala de aula.

4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos em nosso trabalho, podemos sugerir que o uso de atividades que envolvam o ensino por investigação causou um impacto positivo na concepção de ciência e cientista em alunos do ensino médio brasileiro. Além disso, o desenvolvimento de atividades investigativas proporcionou aos alunos um espaço onde eles puderam conhecer, compreender e discutir o que é ciência, de que maneira ela é feita e por quem ela é feita. As atividades investigativas também proporcionaram aos alunos praticarem, em sala de aula, diversos comportamentos relacionados a uma aprendizagem significativa, como por exemplo, autonomia, envolvimento e predisposição para aprender.

5. PERSPECTIVAS

Visto que em muitos países o ensino por investigação é bastante consagrado e que muitos trabalhos publicam dados positivos envolvendo o uso dessas práticas de atividades investigativas torna-se necessário uma maior atenção dos educadores e pesquisadores para o desenvolvimento do ensino por investigação nas escolas brasileiras.

Cabe ainda salientar que muitas investigações ainda podem ser feitas no que se refere ao ensino por investigação, como por exemplo, verificar o impacto na capacidade dos alunos de continuarem aprendendo de forma autônoma. Na verdade, isso é indicado pelos documentos como uma das finalidades da Educação Básica, mas não foi avaliado.

Outro estudo que ainda é pouco explorado no ensino por investigação é a questão de o quanto o uso das atividades investigativas podem influenciar na visão que os alunos de ensino médio têm sobre a ciência que é feita nas universidades e no destino de uma continuidade deles no ensino superior.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J.A., et al. (2004). *Natureza da ciência, didática da ciência, prática docente e tomada de decisões tecnocientíficas*. In: Seminário-Ibérico Americano no Ensino de Ciências, 3, Aveiro. Ata. p.23-30.
- Antanacopoulou, E. (2001). *Desenvolvendo gerentes aprendizes dentro de organizações de aprendizagem*. In: EASTERBY-SMITH, Mark; BURGOYONE, John; ARAUJO, Luis. *Aprendizagem organizacional e organização de aprendizagem*. São Paulo: Atlas.
- Ausubel, D., Novak, J., Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Editora Interamericana.
- Azevedo, M.C.P.S. (2004). *Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula*. In: Carvalho, A.M.P. (org.), *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*, p. São Paulo: Thomson.
- Becker, F. (1994). *Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos*. *Educação e realidade*, Porto Alegre, v.19 (1), p. 89-96, jan.
- Bordoni, T. C. (2002). *Uma postura interdisciplinar*. Disponível em: <http://www.forumeducao.hpg.ig.com.br/textos/textos/didat_7.htm>. Acesso em 12 dez. 2013.
- Borges, A. T. (2002). *Novos Rumos para o Laboratório Escolar*. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Vol. 19, No. 3, p.291-313.
- Borges, A. T.; Rodrigues, B. A. (2004). *Aprendendo a planejar investigações*. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, IX, Jaboticatubas. Atas Minas Gerais: [SBF, 2004.]
- Brasil, Ministério da Educação. Secretária da Educação Média e Tecnológica (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino médio*. Brasília: MEC.
- Bybee, R. W. (2000). *Teaching Science as Inquiry. Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*. (J. Minstrell & Emily H. van Zee, eds.) p. 20-46. AAAS, Washington, DC.
- Bzuneck, J. A. (2001). *O esforço nas aprendizagens escolares: mais do que um problema motivacional do aluno*. *Revista Educação e Ensino – USF*, 6, 7-18.
- Campos, D. (1986). *Psicologia da aprendizagem*. Petrópolis.
- Carvalho, A. M. P.; Praia, J.; Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez.
- Carvalho, A. M. P. (2006). *Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica*. In M.Q. Gatica, & A. Adúriz-Bravo (Eds.). *Ensenar*

ciencias en el Nuevo milenio: retos e propuestas. Santiago: Universidade Católica de Chile.

Cavenaghi, A. R. (2009). *Uma perspectiva autodeterminada da motivação para aprender língua estrangeira no contexto escolar*. *Ciência e Cognição*, 14 (2), 248-261.

Costa, V.C.I. (2011). *Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)*. *Revista Távola Online*. Ed#5-3. Em: <<http://nucleotavola.com.br/revista/aprendizagem-baseada-emproblemas-pbl>>

Damásio, A. R. (1996). *O Erro de Descartes*. São Paulo, Cia. das Letras.

Deboer, G. E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools In Flick, L. D. and Lederman, N. G. (Ed.). (2006). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Netherland, NED, Springer, p.17-35.

De Meis, L.; Machado, R. C. P.; Lustosa, P.; Soares, V. R.; Caldeira, M. T.; Fonseca, L.(1993). *The stereotyped image of the scientist among students of diferente countries: evoking the alchemist?* *Biochemical Education* 21. p. 75-81.

Diniz, M.C.P, Schall, V. (2003). *O conceito de ciência e cientistas – Análise do discurso e escolha profissional de alunos de um programa de vocação científica no âmbito de uma instituição de pesquisa na área de saúde*. In: IV ENPEC, Bauru. Ata, ABRAPEC. CDRom.

Driver, Rosalind; Asoko, Hilary; Leach, John; Mortimer, Eduardo; Scott, Philip. (1999). *Construindo conhecimento científico na sala de aula*. *Química nova na escola*, n.9, p. 31-40.

Ernest, P. (1996). *Investigações, resolução de problemas e pedagogia*. In P. Abrantes, L. Cunha Leal, & J. P. Ponte (Eds.), *Investigar para aprender matemática*. Lisboa: Projecto matemática para todos e associação de professores de matemática.

Falcão, P.H.B. (2011). *O ensino da disciplina metodologia científica através de mapas conceituais e do diagrama do conhecimento*. Pernambuco: Editora da UPE.

Fita, E. C. (1999). *O professor e a motivação dos alunos*. In: Tapia, J. A.; Fita, E. C. *A motivação em sala de aula: o que é, como se faz*. 4. ed. São Paulo: Loyola. p. 65-135.

Fort, D. & Varney, H. (1989). *How students see scientists: Mostly male, mostly white, and mostly benevolent*. *Science and Children*, 26(8), 8-13.

- Freire, A. M. (2009). *Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação*. Actas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco.
- Gabriel, Y. (2001). *Emotion, learning and organizational change*. Journal of Organizational Change Management, v.14, n.5, p.435-451.
- Gardner, H. (1995). *Inteligências Múltiplas- A Teoria na Prática*. Porto Alegre, Artes Médicas Sul.
- Gutiérrez, I. G. (1986). *La motivacion escolar: determinantes sociológicos y psicológicos del rendimiento*. In Juan Mayor (Dir.). Sociologia y psicologia social de la educacion. Madrid: Ediciones Anaya.
- Izquierdo, I. (2004). *Questões sobre memória*. São Leopoldo: Editora Unisinos.
- Kolb, D.(1984). *Experiential Learning*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Krasilchik, M. (2004). *Prática de Ensino de Biologia*. 4^a ed. São Paulo: Edusp.
- Knowles, M. (1984). *Andragogy in action: applying modern principles of adult learning*. Jossey-Bass Publishers: Londres.
- Knüppe, L. (2006). *Motivação e desmotivação: desafio para as professoras do Ensino Fundamental*. Educar em Revista. Disponível em: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCe=155013354017>. Acesso em 10/01/2014.
- Kosminsky, L.; Giordan, M. (2002). *Visões de Ciências e Sobre Cientistas entre Estudantes de Ensino Médio*. Revista Química Nova na Escola, São Paulo, n.15, p.11-18.
- Laburú, C.E; Zompero, A. F. (2010). *As atividades de investigação no ensino de Ciências na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa*. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, Tandil, v.5, n.2, ago./dic.
- Lannes, D., Flavoni, L. e De Meis. (1998). *The concept of science among children of different ages and cultures*. Biochemical Education 26:199-204.
- Lemke, J.L. (1997). *Aprender a hablar ciência*. Barcelona: Paidós.
- Lima, L.M.S. (2000). *Motivação em sala de aula: A mola propulsora da aprendizagem*. In:Sisto, F.F; Oliveira, G.C; Fini, L.D.T. (Orgs.) Leituras de psicologia para formação de professores. Rio de Janeiro: Vozes. p. 148-161.
- Martins, I. P. (2003). Literacia científica e contributos do ensino formal para a

compreensão pública da ciência. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Moraes, A.G. (1990). Representações sobre ciências e suas implicações para o ensino da Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.7 (2), p.120-127, ago.

Moraes, R.; Galiazzi, M. do C. (2007). *Análise textual discursiva*. Ijuí: Ed. Unijuí.

Munford, D. ; Lima, M. E. C. C. (2007) . *Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?. Ensaio*. Pesquisa em Educação em Ciências, v. 9, p. 1-20.

Novak, J. D. (1981). *Uma teoria de educação*. São Paulo, Pioneira.

Novak, A.M., & Krajick, J. S. (2006). *Using technology to support inquiry in middle school science*. In L.B. Flick, & N. G. Lederman. Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education. Norwell: Kluwer Academic Publishers.

Pekrun, R. (2005). *Progress and open problems in educational emotion research*. Learning and Instruction, 15 (5)497-506.

Rodrigues, B. A.; Borges, A. T. (2008). *O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica*. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Curitiba.

Schwab, J.J., (1962). *The teaching of science as enquiry*. In: J.J. Schwab & P.F. Brandwein (eds.). The teaching of science, Cambridge: Harvard University Press, p. 3-103.

Schwartz, R., & Crawford, B. (2006). *Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science: Identifying critical elements for success*. In L. Flick, & N. Lederman (Eds.), Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching for teaching, learning, and teacher education. Dordrecht: Springer.

Vogt, C. 9 (2010). Ensino e aprendizagem: problemas como solução. *Comciência – Revista eletrônica de jornalismo científico*, v. 115. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/>> Acesso em: 15/01/2014.

Weiner, B. (1979). *A theory of motivation for some classroom experiences*. Journal of Educational Psychology 71, 3-25.

Zajonc, R. B. (1998). *Emotions*. In: D. S. F. Gilbert, & G. Lindzey, (Eds.), Handbook of social psychology (Vol. 1, pp. 591-632). New York: Oxford University

Zamunaro, A.N.B.R. (2002). *Representações de Ciência e Cientista dos Alunos do Ensino Fundamental*. Bauru, Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista.