

PROJETOS E AÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

KELVIN BARBOSA DE OLIVEIRA
MARIA RAIMUNDA MATOS PRADO
(ORGANIZADORES)



KELVIN BARBOSA DE OLIVEIRA
MARIA RAIMUNDA MATOS PRADO
(ORGANIZADORES)

PROJETOS E AÇÕES
EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS E
MATEMÁTICA

IFRN
Editora ■■■■

NATAL, 2014

Presidenta da República **Dilma Rousseff**
Ministro da Educação **Henrique Paim**
Secretário de Educação Profissional e Tecnológica **Marco Antonio de Oliveira**

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Rio Grande do Norte**

Reitor **Belchior de Oliveira Rocha**
Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação **José Yvan Pereira Leite**
Coordenador da Editora do IFRN **Paulo Pereira da Silva**
Conselho Editorial **Samir Cristino de Souza (Presidente)**
André Luiz Calado de Araújo
Dante Henrique Moura
Jerônimo Pereira dos Santos
José Yvan Pereira Leite
Valdenildo Pedro da Silva

Todos os direitos reservados

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha elaborada pela Seção de Processamento Técnico da Biblioteca Sebastião
Fernandes do Campus Natal Central do IFRN.

P964 Projetos e ações em ensino de ciências naturais e matemática. / Kelvin
Barbosa de Oliveira, Maria Raimunda Matos Prado (organizadores). –
Natal : IFRN, 2014.
277 p. ; il.

ISBN: 978-85-8333-036-3

1. Ciências naturais – Estudo e ensino. 2. Matemática – Estudo e
ensino. 3. Formação de professores. I. Oliveira, Kelvin Barbosa de. II.
Prado, Maria Raimunda Matos.

CDU 5

DIAGRAMAÇÃO E CAPA

Charles Bamam Medeiros de Souza

REVISÃO LINGUÍSTICA

Pedro Henrique Grizotti

CONTATOS

Editora do IFRN

Rua Dr. Nilo Bezerra Ramalho, 1692, Tirol. CEP: 59015-300

Natal-RN. Fone: (84) 4005-0763

Email: editora@ifrn.edu.br

PREFÁCIO

No século XXI, a educação científica e matemática é um direito de todos os cidadãos. As Ciências e a Matemática são parte da cultura da humanidade e, portanto, são essenciais para o desenvolvimento de um país e para a cidadania, por isso a importância dessa educação.

Em geral, no ensino dito “tradicional”, os alunos são considerados depositários de um grande volume de informações desconexas, as quais devem ser recuperadas no momento de responder as avaliações. Essa perspectiva levou os alunos a uma falta de interesse e quase nenhuma motivação pelo estudo das Ciências Naturais e da Matemática, o que forma parte de um problema caracterizado como uma crise na educação científica e matemática.

Os baixos resultados em avaliações internacionais como o Programme for International Student Assessment (PISA) e no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) nas áreas das Ciências e da Matemática são um indicador da crise da aprendizagem nessas áreas de conhecimentos.

Essa situação exige cada vez mais novas propostas pedagógicas que estimulem nos alunos motivos importantes para aprender, que contribuam para um ensino mais contextualizado, interdisciplinar e integrador, de forma a dar sentido aos conteúdos e a torná-los significativos e estratégicos para o desenvolvimento integral dos estudantes.

O questionamento, a reflexão-crítica, a metacognição, a capacidade de mobilizar o conhecimento para a solução de diversas e importantes situações-problema de relevância social e pessoal, a tomada de decisões, a convivência de forma sustentável sob a ética da responsabilidade, do respeito à diversidade e aos Direitos Humanos, a colaboração, a autonomia, o exercício pleno da cidadania que supõe uma intervenção cívica consciente e responsável, a capacidade de aprender a aprender, de usar com sucesso as novas tecnologias da informação e das comunicações para se inserir e participar em um mundo global e digital são algumas das finalidades da educação científica e matemática na educação básica no século XXI.

Diante da complexidade da problemática do ensino das Ciências Naturais e da Matemática exposto, entende-se a importância de estudos relacionados a essa temática que possam contribuir para a reflexão crítica da prática de ensino dos professores dessas áreas de conhecimentos. Ensinar Ciências Naturais e Matemática nunca foi tarefa fácil. Mas hoje, os desafios são maiores. A universalização da educação básica, o mundo digital e globalizado, as novas formas e dinâmicas da produção, de socialização e de se aprender e lidar com a informação levam à procura de novas e desafiantes formas de se ensinar.

Faz-se necessário redesenhar os currículos para o ensino das Ciências Naturais e da Matemática, tomando como referência os conteúdos básicos, essenciais para o exercício da cidadania, que tornem os estudantes sujeitos de suas aprendizagens e de sua educação, e não apenas objetos do ensino. Assim, fazer da escola um espaço de prazer pelo conhecimento, de alegria de se conviver e aprender com os outros é uma meta na construção de uma nova escola no século XXI.

Os professores e sua formação têm sido apontados como fatores de primeira ordem para uma educação em Ciências e Matemática de qualidade, que passe pela reformulação/reconstrução de uma escola marcada pela crise no ensino dessas áreas de conhecimentos. Os professores devem reconfigurar suas identidades, o que exige potencializar uma formação que atenda a uma nova educação científica e matemática neste século. Evidentemente, essa questão não pode ser reduzida à formação e ao professor. As condições de trabalho, os fatores estruturais, a valorização do professor, como dimensões da profissionalização da docência, fazem-se imprescindíveis para as mudanças desejadas.

O livro “Projetos e Ações em Ensino de Ciências Naturais e Matemática” organizado por Kelvin Barbosa de Oliveira e Maria Raimunda Matos Prado, expõe os resultados da formação continuada no Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM) vinculado ao Centro de Ciências Exatas e da Terra (CCET), da UFRN.

Os capítulos desse livro tiveram como autores alguns professores que desenvolveram seus trabalhos de mestrado nesse programa

e seus orientadores. Essa formação, assim como a preocupação de propor alternativas para a melhoria do ensino, é um elemento que os une. Os textos publicados não têm só um enfoque acadêmico, mas também respondem à natureza da formação no mestrado profissionalizante, ao se apresentarem produtos que podem referenciar as práticas do ensino de Ciências Naturais e da Matemática.

O texto inicial, “Nas águas do Rio Apodi-Mossoró: Uma proposta para abordar questões sócio-técnico-científicas no ensino de Química”, de Albino Oliveira Nunes e Josivânia Marisa Dantas, propõe uma unidade didática voltada para a disciplina de Instrumentalização para o Ensino de Química e está ancorado na perspectiva CTS, tomando como contexto a região do semiárido no estado do Rio Grande do Norte, especificamente o Rio Apodi-Mossoró.

Em “Despertando responsabilidade Social por meio de temática de usinas termonucleares”, dos autores Alcindo Mariano de Souza e Auta Stella de Medeiros Germano, apresenta-se uma proposta de intervenção didática que pode contribuir para o despertar das responsabilidades sociais por meio da temática sobre Usinas Nucleares. Sob a ótica do referencial CTS.

O texto do capítulo “Uma sequência de ensino de trigonometria numa abordagem histórica”, de Bernadete Barbosa Morey e Severino Carlos Gomes, enfoca a atenção no ensino da Matemática que se apoia na História da Matemática no que diz respeito a uma sequência didática para o ensino da trigonometria.

A educação científica no Ensino Médio, a partir de uma discussão teórica que ressalta a possibilidade pedagógica de uma educação emancipadora e formadora de um senso crítico aguçado, assim como perspectivas de trabalho com educação científica no contexto da educação profissional e tecnológica, é o tema de debate dos autores José Araújo Amaral, Francisco Jânio Filgueiras Aires e Helen F. de Lima no capítulo intitulado “Educação científica no Ensino Médio: reflexões, vivências e perspectivas”.

No capítulo sob o título “Tecnologias Educativas no Ensino de Biologia: a utilização de jogos de computadores”, a autora, Jozirene Cordeiro de Souza, refere-se à questão das tecnologias educativas e mostra as potencialidades da utilização de jogos computacionais como ferramenta educativa, no caso do ensino de Biologia.

Kelvin Barbosa de Oliveira e Magnólia Florêncio de Araújo nos apresentam as possibilidades e dificuldades para uma prática experimental renovada e inovadora que possa dar novos sentidos à educação científica. Tudo isso se discute no capítulo intitulado “Atividades experimentais, concepções e os limites e possibilidades de sua utilização em escolas públicas do Rio Grande do Norte-Brasil”.

Maria Raimunda Matos Prado e Márcia Gorette Lima da Silva, no texto “A formação pós-graduada em Ensino de Ciências Naturais e Matemática de docentes do IFRN: implicações na atuação docente”,- fazem uma análise detalhada sobre as potencialidades do mestrado profissionalizante como contexto da formação continuada de professores de ciências naturais e da matemática do IFRN, no Programa de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM) da UFRN, dando ênfase ao impacto dessa formação na vida profissional dos professores e na sua prática de ensino no IFRN.

O livro segue com o capítulo intitulado “A Alquimia: do fantástico à ciência”. O olhar da filosofia das ciências é um elemento estruturante do capítulo de Mauricio Façanha Pinheiro ao apresentar as relações entre ensino, História e Filosofia das Ciências no caso do ensino de química, num curso de licenciatura em Química do IFRN, e suas experiências que envolveram estudantes do Ensino Médio.

Um ensino de Ciências e Matemática baseado em projetos interdisciplinares é a proposta que fazem Rejane Bezerra Barros e Márcia Gorette Lima e Silva, através do texto “Os Projetos didáticos e interdisciplinares no trabalho pedagógico do ensino de ciências da natureza e matemática: possibilidades e desafios” apresenta as ideias dos professores para o trabalho com projetos interdisciplinares e as dificuldades nesse sentido, o que pode ajudar a se pensar a prática e a formação de professores de Ciências Naturais e da Matemática.

A Educação Ambiental tem uma importância significativa, como dimensão do ensino de Ciências Naturais e da Matemática. A esse respeito, no capítulo: “Percebendo o Mangue: Uma proposta de Educação Ambiental para o ensino de Ciências no Nível Fundamental”, de Sônia Andrade e Maria Raimunda Matos, relata-se o resultado de uma pesquisa que revela percepções de adolescentes do Ensino Fundamental sobre o ambiente, enfocando o ecossistema manguezal e vinculando o conhecimento às vivências dos estudantes.

Pelo apresentado, fica evidente a riqueza e a importância das contribuições dos trabalhos apresentados no livro. Esperamos que os leitores encontrem nele uma satisfação em compartilhar experiências significativas que podem levar a repensar nossa atividade profissional e nosso papel na educação dos estudantes para viver de forma plena e participar, com os recursos cognitivos e afetivos que a educação científica e matemática desenvolve, numa sociedade democrática, humana, solidária e diversa.

Isauro Beltrán Núñez

Natal, Rio Grande do Norte, 21 de fevereiro de 2014

CURRÍCULO RESUMIDO do Prof. Dr. Isauro Beltrán Núñez (Prefácio)

Doutor em Ciências Pedagógicas pela Universidade de Havana. Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Possui Licenciatura em Química pelo Instituto Superior Pedagógico E. J. Varora Havana, Graduação em Química pela Universidade de Havana, Mestrado em Química pelo Instituto Superior Politécnico J. A. Echeverría Havana e Formação acadêmica/profissional (Onde obteve os títulos, atuação profissional, etc.) Tem experiência na área de Química e Ensino de Química, com ênfase em Determinação de Estrutura de Compostos Inorgânicos, na Formação do Professor de Química e na Formação de Conceitos Científicos nas perspectivas teóricas de A. N. Leontiev e P. Ya. Galperin, atuando principalmente nos seguintes temas: Formação e Profissionalização Docente, Ensino-Aprendizagem, Docência, Ensino Médio e Fundamental, Formação de Conceitos e Ensino de Ciências. do Professor de Química e na Formação de Conceitos Científicos nas perspectivas teóricas de A. N. Leontiev e P. Ya. Galperin, atuando principalmente nos seguintes temas: Formação e Profissionalização Docente, Ensino-Aprendizagem, Docência, Ensino Médio e Fundamental, Formação de Conceitos e Ensino de Ciências.

SUMÁRIO

PREFÁCIO	1
APRESENTAÇÃO	2
NAS ÁGUAS DO RIO APODI-MOSSORÓ: UMA PROPOSTA PARA ABORDAR QUESTÕES SÓCIO-TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO ENSINO DE QUÍMICA	3
DESPERTANDO RESPONSABILIDADE SOCIAL POR MEIO DA TEMÁTICA DE USINAS TERMONUCLEARES	4
UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO DE TRIGONOMETRIA NUMA ABORDAGEM HISTÓRICA	5
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO: REFLEXÕES, VIVÊNCIA E PERSPECTIVAS	6
TECNOLOGIAS EDUCATIVAS NO ENSINO DE BIOLOGIA: A UTILIZAÇÃO DE JOGOS DE COMPUTADORES	7
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS, CONCEPÇÕES E OS LIMITES E POSSIBILIDADES DE SUA UTILIZAÇÃO EM ESCOLAS PÚBLICAS DO RIO GRANDE DO NORTE – BRASIL.	8
A FORMAÇÃO PÓS-GRADUADA EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA DE DOCENTES DO IFRN: IMPLICAÇÕES NA ATUAÇÃO DOCENTE	9
AULA ALQUIMÍSTICA: UMA INTRODUÇÃO FILOSÓFICA AO ESTUDO DE QUÍMICA, ATRAVÉS DA ARTE E DA HISTÓRIA DA ALQUIMIA	10
OS PROJETOS DIDÁTICOS E A INTERDISCIPLINARIDADE NO TRABALHO PEDAGÓGICO DO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA: POSSIBILIDADES E DESAFIOS	11
PERCEBENDO O MANGUE: UMA PROPOSTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NO NÍVEL FUNDAMENTAL	12

APRESENTAÇÃO

O ensino e a formação de professores na área de Ciências Naturais e Matemática nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia têm sido um grande desafio. No Instituto Federal do Rio Grande do Norte não é diferente. Apesar da experiência iniciada há quase uma década, quando a instituição era denominada CEFET (Centro Federal de Educação Tecnológica), ainda vivenciamos uma realidade complexa, que nos impõe diversos desafios, que vão desde a oferta de todas as formações da área, ou daquelas que carecem de urgente formação docente, como Matemática, Física, Biologia e Química; passando pelos problemas da prática em sala de aula; pelo acesso e permanência de discentes até a sua consolidação e reconhecimento no universo de formação docente do país.

Por outro lado, o IFRN, através do governo federal, investe e incentiva seus docentes e técnicos em educação a se prepararem para essa realidade, de forma que os mesmos tenham acesso à formação pós-graduada e se organizem em grupos de pesquisas para o desenvolvimento da área em questão. Esse incentivo tem gerado produções importantes, que precisam ser divulgadas, principalmente dentro do seio institucional. Essas produções trazem resultados que podem auxiliar, orientar e inspirar outros profissionais e futuros professores de Ciências Naturais e Matemática que se formam no IFRN no enfrentamento de alguns desafios da prática docente, principalmente aqueles relacionados à pesquisa e ao desenvolvimento do ensino.

Este livro tem essa perspectiva de divulgação e incentivo. Tentamos reunir colegas, técnicos em educação e docentes de Matemática, Física, Biologia e Química que atuam no IFRN, na sala de aula e fora dela e, principalmente, nos grupos de pesquisas, onde o fazer do seu dia-a-dia profissional transforma-se em objeto de estudo. Con-

seguimos, e aqui apresentamos estudos com perspectivas diversas no Ensino de Ciências Naturais e Matemática: Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS); responsabilidade social; perspectivas didáticas para o ensino de Matemática, Física, Química e Biologia; educação científica; tecnologias educativas; atividades experimentais, formação de professores; filosofia e história das ciências; interdisciplinaridade e Educação Ambiental no Ensino de Ciências.

Esperamos, com essa publicação, desempenhar um papel relevante na divulgação dos textos que nos foram confiados. Estes, nas suas perspectivas individuais, entrelaçam-se no mesmo objetivo: o desenvolvimento do Ensino de Ciências da Natureza e Matemática no IFRN e fora dele.

Kelvin Barbosa de Oliveira
Maria Raimunda Matos Prado

NAS ÁGUAS DO RIO APODI-MOSSORÓ: UMA PROPOSTA PARA ABORDAR QUESTÕES SÓCIO-TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO ENSINO DE QUÍMICA

ALBINO OLIVEIRA NUNES¹

JOSIVÂNIA MARISA DANTAS²

INTRODUÇÃO

O movimento CTS tem, de maneira crescente, se destacado no contexto brasileiro nos últimos anos, o que pode ser percebido em teses e dissertações produzidas na área (AULER, 2002; SILVA 2003; PINHEIRO, 2005) ou na referência a que os documentos norteadores do ensino médio fazem à abordagem do contexto social, tecnológico e ambiental no ensino de ciências naturais (BRASIL, 1999; BRASIL, 2002).

Quando particularizamos o ensino de química, esta importância se faz sentir não só nas Orientações Curriculares Oficiais, mas também nos livros escolhidos pelo Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio PNLDEM 2012, para o qual três dentre os cinco livros de Química escolhidos fazem referência direta ou indireta às relações CTS (LISBOA 2010; SANTOS et al, 2010; REIS, 2010). Ainda assim, parece haver uma carência em propostas que dêem suporte a essa abordagem em contextos locais, ainda que já existam algumas iniciativas pontuais.

O texto que se segue compõe uma unidade didática voltada às disciplinas de instrumentação para o ensino de Química, especificamente voltada a cursos de licenciatura da região semi-árida do estado do Rio Grande do Norte, mais especificamente a bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró.

¹ Professor de química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN/ Campus Mossoró; Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pelo PPGECONM - UFRN

² Professora do Centro de Educação – UFRN; Doutora em Química/Ensino de Química – UNICAMP; Orientadora do PPGECONM - UFRN

A referida unidade foi desenvolvida durante o curso de mestrado profissionalizante em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (UFRN) e aplicado na licenciatura em Química da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) entre os anos de 2008 e 2010.

DA UNIDADE DIDÁTICA

Este tópico visa a discutir a temática da poluição das águas, centrando a questão na realidade do Rio Apodi-Mossoró. Para tanto, analisamos inicialmente os mais diversos aspectos sobre a água e sua poluição, o conhecimento histórico-científico que se apresenta sobre a realidade deste rio e, por fim, estratégias didáticas para trabalhar as questões CTSA a partir deste tema.

Quando verificamos a literatura a respeito do ensino/aprendizagem em uma perspectiva CTS, percebe-se que não existe uma estratégia didática única que possa ser entendida como ideal para o tratamento de questões no âmbito desse enfoque. Contudo, entre as estratégias que têm grande destaque, podemos citar o caso simulado e o debate. A experimentação, no entanto, tem sido uma estratégia pouco utilizada para a elaboração de propostas de ensino.

Aqui propomos que sejam utilizadas as seguintes etapas na abordagem do tema.

- 1 . Leitura do texto inicial sobre recursos hídricos e o rio Mossoró;
- 2 . Pesquisa, leitura e discussão de textos sobre a realidade sócio-ambiental do rio Apodi Mossoró;
- 3 . Experimentação com amostras coletadas no Rio Apodi-Mossoró
- 4 . Apresentação de um caso simulado sobre o tema.
- 5 . Momento de catarse/ reflexão.



Figura 1: Rio Apodi-Mossoró próximo a barragem central (Mossoró)

Fonte: Nunes e Dantas (2009)

TEXTO 1: A ÁGUA, QUESTÕES GEOGRÁFICAS, POLUIÇÃO E SUAS REAÇÕES

O que a água representa para nós? Que papel a água teve durante os séculos passados e terá durante os próximos anos? Qual nossa relação com a água? Esses são questionamentos que podemos nos fazer para iniciar um debate sobre a água.

A água é uma das substâncias químicas mais versáteis que podemos encontrar na natureza, sendo capaz de dissolver inúmeros compostos, por isso ficou conhecida como solvente universal. Essa propriedade importante está ligada aos seus mais diversos usos e finalidades, como seu papel biológico em nosso corpo ao dissolver e transportar substâncias hidrossolúveis ou ao solubilizar o oxigênio de que os diversos seres vivos aquáticos dependem.

Contudo, apesar de grande parte do nosso planeta ser formado por água, somente uma pequena fração desta está disponível para consumo humano em seus mais diversos usos, pois cerca de 97% da água encontra-se nos mares e oceanos, 1% encontra-se na forma de neve e geleiras nos pólos e somente cerca de 2% encontra-se em rios, lagos, e no subsolo (Baird, 2002; Rocha et al, 2004).

Outro agravante quando tratamos da disponibilidade de água no mundo é a distribuição geográfica desta. O continente Sul-Americano concentra quase metade da água doce disponível, sendo o Brasil o país que possui a maior quantidade de água disponível (Rocha et al, 2004; JARDIM, 1992). Mesmo assim, internamente a disposição de fontes naturais de água é muito desigual, tendo regiões com grande volume como a região Norte e zonas semi-áridas e em processo de desertificação como o polígono das secas no sertão nordestino.

Como afirma Baird (2002), a maior parte da água doce encontra-se no subsolo, e somente metade desta está a menos de um quilometro de profundidade. No entanto, alguns países, como Dinamarca, Áustria e Itália dependem quase que exclusivamente dessa fonte para seu abastecimento. O reabastecimento de aquíferos³ é lento, o que traz preocupações de duas ordens:

- a) Os afundamentos de terra em função da retirada de água;
- b) O esgotamento dos reservatórios.

Além dos países europeus, algumas cidades brasileiras também dependem da extração de água do subsolo. Essa era a realidade da cidade de Mossoró-RN, que até poucos anos atrás dependia exclusivamente da extração de poços artesianos para seu abastecimento, realidade alterada por um sistema de adutoras que transporta água da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (Assu-RN).

As águas subterrâneas, como afirma Baird (2002), têm sido consideradas águas puras, em função do processo de filtração natural, que acaba por retirar a maior parte da matéria orgânica inicialmente presente. No entanto, estas vêm sendo afetadas por diversas fontes de contaminação, como resíduos da atividade agrícola.

Como afirmam Rocha et al (2004), a água é veículo de diversas doenças, o que foi descoberto com o avanço da microbiologia durante o século XX, daí a importância de se preservar as fontes naturais de água e tratar esgotos. Mas, segundo Jardim (1992), o maior problema brasileiro nesse aspecto é a poluição de recursos hídricos a partir de esgotos domésticos, e não industriais, como costuma se pensar.

³ Nome dado a reservatórios subterrâneos de água.

O saneamento básico parece ser um problema acentuado da América Latina, onde 8% dos rios possuem mais de 100.000 coliformes fecais por 100 ml e DBQ acima de 6,5 mg de O_2/l (JARDIM, 1992).

Para entendermos corretamente a poluição das águas, faz-se necessário entender os processos químicos que acontecem naturalmente nas águas, como os processos de oxidação pelo oxigênio dissolvido, bem como conceitos relacionados com o estudo dessas reações, tais como Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO). Podemos citar, inicialmente, os seguintes tipos de fontes poluidoras, definidos por Rocha et al (2004):

Fontes pontuais: efluentes domésticos, derramamentos acidentais, enchentes, atividades de mineração,...

Fontes não-pontuais: atividades agrícolas, residências dispersas, trabalhos de construção,...

Fontes lineares: enxurradas em auto-estradas.

No tocante à tipologia da poluição, os mesmos autores destacam as seguintes categorias:

- a) Poluição por matéria orgânica;
- b) Poluição por resíduos industriais não biodegradáveis;
- c) Efluentes;
- d) Descarga de efluentes após tratamento químico em estações de tratamento de água;
- e) Enxurradas em rodovias;
- f) Deposições atmosféricas;
- g) Aportes de fosfato que geram eutrofização;
- h) Provenientes da atividade agrícola e manejo do solo.

Uma vez ponderado sobre as diversas fontes poluentes e sobre a qualidade das águas referentes aos diversos fins que esta pode ter, a CETESB (Companhia em Tecnologia em Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo), com base nos estudos *National Sanitation Foundation* (Fundação Norte-Americana de Vigilância Sanitária), criou o índice

de qualidade de água (IQA) calculado através do produto ponderado da qualidade de água dos seguintes parâmetros (ROCHA et al, 2004):

- Temperatura da amostra;
- PH;
- Oxigênio dissolvido;
- Demanda bioquímica de oxigênio (Cinco dias, 20 C);
- Coliformes fecais;
- Nitrogênio total;
- Fosfato total;
- Resíduo total;
- Tubidez.

E segundo a seguinte equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número adimensional entre 0 e 100;

qi : qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e

wi : peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

n: número de parâmetros que entram no cálculo do IQA. (CE-TESEB, 2010).

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Onde os intervalos dos valores para IQA e a classificação da água em função deste são apresentados na **Tabela 1**, abaixo.

TABELA 1: INTERVALOS DE IQA

Intervalo	Qualidade
80-100	Ótima
52-79	Boa
37-51	Aceitável
20-36	Ruim
0-19	Péssima

Fonte: Rocha et al, 2004.

Outra forma de classificar as águas é dada pela resolução 20 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Nesta resolução, a água é classificada segundo sua salinidade e qualidade.

Assim, temos, para águas doces, as classes especial, 1, 2, 3 e 4; para as águas salinas, as classes 5 e 6; e, para as salobras, 7 e 8.

O oxigênio dissolvido na água

O oxigênio molecular dissolvido na água tem importantes funções na regulação dos sistemas aquáticos, desde a oxidação de compostos orgânicos até a respiração de organismo presentes nesse meio. Podemos exemplificar essa primeira função com a seguinte equação genérica para carboidratos (Baird, 2002):



Sabemos também que a solubilidade do oxigênio em água a 25° C é de aproximadamente 8,7 mg/L, uma vez que a pressão parcial deste gás gira em torno de 0,21 atm para condições normais de pressão e temperatura. Essa concentração varia em função de alguns fatores, dentre os quais os principais são a temperatura e a concentração de matéria orgânica.

O aumento da temperatura diminui a solubilidade dos gases em água, favorecendo o escape destes para a atmosfera, uma vez que adquirem maior energia cinética média. Esse efeito é observado

na poluição térmica de lagos e rios, em que indústrias despejam água quente nessas fontes provocando a redução da quantidade de oxigênio dissolvido e a morte de peixes.

A quantidade de oxigênio dissolvida também é influenciada pelo excesso de matéria orgânica, que se encontra muitas vezes relacionada ao despejo de esgotos domésticos sem tratamento diretamente no leito de rios, o que representa um acréscimo na Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

A DBO pode ser definida como a capacidade que a matéria orgânica presente em um corpo de água possui de consumir oxigênio, e é expressa em mg de O_2/L . A DBO é calculada experimentalmente medindo-se a quantidade de oxigênio dissolvido em uma amostra selada, antes e depois de decorrido certo tempo, a temperatura constante (BAIRD, 2002).

Por ser um processo lento, a DBO pode ser substituída pela Demanda Química de Oxigênio. Esta é determinada com a dissolução do íon cromato em ácido sulfúrico, o que gera um forte agente oxidante, com a seguinte semi-reação durante a degradação da matéria orgânica (BAIRD, 2002):



O cromato reagirá com a matéria orgânica, de maneira similar ao oxigênio molecular reagiria, contudo em um tempo muito menor. O inconveniente de se trabalhar com DQO é que o íon cromato é um oxidante tão forte que oxida substâncias que naturalmente não seriam oxidadas pelo oxigênio molecular, de onde surge uma pequena diferença entre a DBO e DQO.

TEXTO 2: O RIO MOSSORÓ, SUA HISTÓRIA E SEUS POLUENTES

A cidade de Mossoró é banhada pela bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró e suas histórias podem ser confundidas, como salientam Cascudo (1996) e Câmara (2007). Segundo Cascudo, o nome do Rio e da cidade provêm de uma tribo dos Cariris chamada Mouxorós, ou Monxorós, “os quais faziam uso de suas águas e da mata ciliar para a caça, pesca e coleta de raízes e frutos”. Essa tribo vivia às margens do

rio, resistindo à dominação portuguesa das terras e assaltando gado, sendo sua procedência desconhecida, sabendo-se apenas que foi expulsa para a região de São José do Mipibu, onde se dispersou etnicamente.

Ainda em outro momento, Cascudo comenta sobre a importância do rio para a cidade:

A água fixa o homem. Em Mossoró há uma batalha de duzentos anos para fixar a água. Era uma região conquistada por gado, mas a própria pecuária determinaria o aspecto disperso e fragmentário do povoamento. Mas a população se adensou nos pontos ásperos onde ainda hoje é uma surpresa a cidade ter nascido contra a permanência de fatores negativos. (...)

Ainda em 1910 o grande Felipe Guerra citava as 22 cisternas e 25 cacimbas existentes em toda a cidade. E informava que estas últimas fornecem péssima água, intragável. (...)

O rio orientava a fixação demográfica. A câmara Municipal de Apodi, certificando em 10 de julho de 1838, sobre os pretendidos limites pleiteados pelos mossoroenses para sua futura Freguesia, informava não haver habitações fora das margens do Rio Mossoró que é o mesmo Apodi. (CASCUDO, 1996).

Com relação ao que afirma Cascudo, da luta pela fixação da água no território mossoroense, podemos acrescentar o que descrevem Araújo et al (2007).

Com a intenção de evitar as enchentes que deixavam as vazantes submersas, a população, na década de oitenta (do século dezanove), resolveu canalizar o rio. O desvio fez com que o rio começasse a secar, e em 1905 o rio Mossoró parou de correr por trinta meses. Por isso, em 1917 o engenheiro Pedro Ciarlini foi chamado para construir obras contra as secas, entre as quais, as barragens no rio Mossoró. Foram construídas sete barragens espalhadas ao longo do rio, assim o rio não mais secava, mas a qualidade da água represada não atendia as condições de potabilidade. (...)

Atualmente, o problema das enchentes foi sanado a partir do controle de vazão do rio por intermédio da Barragem de Santa Cruz que fica a montante do município. O sítio barrável está localizado sobre o rio Apodi, na Bacia do Apodi-Mossoró, no boqueirão denominado Santa Cruz, distante 18 km a montante da sede do município de Apodi/RN. (ARAÚJO et al, 2007)

Vemos, nestes relatos, como a população da cidade tem uma longa convivência com este que é o maior rio do Estado do Rio Grande do Norte, mas uma convivência que não vem sendo “pacífica”, como nota-se na interferência para mudar o curso natural do rio (feita pela comunidade) ou pela decisão técnica de criar barragens para impedir a seca, levando um meio lótico (rios) a ter características físico-químicas de um meio lêntico (lagos).

Outro aspecto que deve ser levado em conta, quando se fala da relação dos moradores da cidade com o rio, é a poluição das águas, detectada por inúmeros trabalhos (ARAÚJO et al, 2007; CÂMARA, 2007; MARTINS et al, 2008a; MARTINS et al, 2008b).

Araújo et al (2007), ao fazerem o monitoramento das águas do rio no período de 2005 a 2006, constataram que a quantidade de coliformes termotolerantes na água próxima à barragem central apresentava um nível bem superior à classe 3⁴, apontada na resolução 357/05 do CONAMA, que afirma que corpos de água com tal classificação devem ter no máximo 2500, enquanto os valores encontrados no rio chegam a surpreendentes 46867 coliformes termotolerantes por 100 ml.

Outro aspecto relevante é que, em dois dos pontos nos quais se analisou a quantidade de oxigênio dissolvido, esta foi superior ao que se esperaria para águas tropicais, que deveria apresentar valores próximos a 8mg/L. A conclusão a que estes pesquisadores chegaram é a de que, devido ao acentuado processo de eutrofização, facilmente percebido pela presença de uma coloração verde da água, o limite máximo de saturação estava excedido em função da grande atividade das algas presentes. Há que se esclarecer que, em algumas situações, a eutrofização pode levar à diminuição da quantidade de oxigênio presente na água, principalmente quando leva ao surgimento de macrófitas (plantas aquáticas), o que não parece ser o caso dos locais onde foram coletadas as amostras deste estudo.

⁴ Segundo a resolução 357/05 do CONAMA as águas classe 3 são aquelas que podem ser usadas para consumo humano depois de tratamento convencional ou avançado, que se prestam à pesca amadora, à irrigação de culturas cerealistas, forrageiras e arbóreas, à recreação de contato secundário e a dessecação de animais.



Figura 2: Processo de eutrofização próximo barragem central no Rio Apodi-Mossoró.

Fonte: Nunes e Dantas (2009)

Já Martins et al (2007, 2008a, 2008b) apresentam estudos em 23 pontos ao longo de toda a extensão do rio, desde a nascente até sua foz, concluindo que, em toda extensão do rio, os índices de dureza total, alcalinidade, sólidos totais e fosfato vêm aumentando em função da ação antropogênica⁵. Estes aumentos são mais evidentes em amostras coletadas nos maiores centros urbanos pelos quais o rio passa: Mossoró, Pau dos Ferros e Apodi. Outros autores, como Câmara (2007), destacam o papel que o crescimento demográfico, a atividade econômica e a urbanização do município exerceram sobre o rio.

Mas o grande consenso entre a maior parte dos autores e pesquisadores refere-se ao fato da maior fonte poluidora desse manancial, serem os esgotos domésticos. Paiva, (2009) afirma que somente na área destinada a preservação permanente da mata ciliar existem aproximadamente 14436 pessoas que despejam seus esgotos diretamente no leito do rio, sem nenhum tratamento prévio. Essa realidade é corroborada pelos resultados e pelas conclusões a que chegam Araújo (2007) e Martins (2008a e 2008b) ao determinarem os níveis de poluentes na água do rio Mossoró entre 2006 a 2008.

⁵ Martins et al, 2007 apresentam dados que confirmam o aumento nos valores dos parâmetros físico-químicos nas proximidades dos grandes centros urbanos pelos quais o rio passa: Mossoró, Apodi e Pau dos Ferros.

ETAPA DE PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Enquanto os dois primeiros textos cumprem a função de introdução ao tema e ponto de partida para as discussões, a segunda etapa proposta é a busca de textos nos mais diversos gêneros textuais para a caracterização da situação socioambiental envolvida ao redor do Rio Apodi-Mossoró.

A intenção é que os próprios estudantes encontrem artigos científicos, monografias, dissertações, textos jornalísticos e literários sobre o tema abordado para subsidiar as atividades, que serão discutidas em seguida. Logo abaixo, inserimos exemplos de possíveis textos.

Texto jornalístico

Jornal O Mossoroense

Página 1 de 2

The screenshot shows the homepage of the newspaper 'O Mossoroense'. At the top, there is a navigation bar with links for 'ASSINE 0800 703 3000', 'BATE-PAPO', 'E-MAIL', 'SAC', 'Vozip', 'E-Mail Grátis', and 'Shopping'. The main header features the newspaper's name 'O Mossoroense' and the word 'COTIDIANO' with the email 'omossoroense@uol.com.br'. A left sidebar contains a menu with categories like 'EDITÓRIAS', 'OPINIÃO', 'SOCIAIS', 'SOCIAL-CIDADES', 'O JORNAL', and 'COTAÇÕES'. The main content area displays a news article titled 'Quantidade de aguapés não preocupa Gerência Executiva de Gestão Ambiental'. The article text discusses the relationship between the number of aguapés (aquatic plants) and the intensity of rains in Mossoró, mentioning a population concerned with the risk of other floods and the role of the Gerência Executiva de Gestão Ambiental. It also notes that rigorous monitoring is done for the removal of this vegetation and that emergency actions are taken during moderate rain events. The article concludes by stating that aguapés are naturally transported by river currents and that this species is commonly found in Mossoró, with 95% of the water being composed of it.

Poema

O Rio Mossoró
(Dulcinéia Aguiar Cavalcante)

Tu és o nosso Tâmisia
Tu és o nosso Sena
Tu és um braço do Amazonas
E te debruças na esquina
Leste do Atlântico
Como um mendigo

Deixa o sepulcro
De lixo que te abonaram
Deixa o ostracismo
Lugar que te colocaram
Levanta e anda.

Deixa que a água limpa
Cuide do peixe
O cardume há de seguir
Onde se bandeia o rio
Torça pela volta da piracema,
Subindo afoita

Deixa a vegetação ciliar
Acordar do sono injusto
E mostrar nas frodes: os brotos,
A quantos haverão de vir
Levanta e anda.

Cuida do teu filho,
Afluente franzino.
Cuida de tuas cabeceiras,
É tua mãe que agoniza.
Cuida de tua irmã margem,
Neste instante grita
Ao vento a dor dissonante
Do abandono e do desleixo.
Ouvirão-te alguns poucos
Deixa a água da chuva te engravidar
Em todos os invernos
Para que a vida procrie
Reproduza-se em teu leito.
E espera, a perenidade se dá...
Levanta e anda.

(AFLAM em Revista, Nº1, 2011)

Trabalho científico - Resumo

IV Encontro Nacional da Anppas
4,5 e 6 de junho de 2008
Brasília - DF – Brasil

A Poluição do Rio Mossoró (RN) e a Ação Intervencionista do Ministério Público

Marcos Antônio de Oliveira (CEFET-RN/Unidade de Mossoró)
Licenciado em Matemática, bacharel em Direito,
mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente e professor
marcosantonio@cefetm.br
Raimundo Alberto Costa Queiroz (professor da Secretaria de
Educação do Estado do Rio Grande do Norte)
Especialista em Direito Ambiental

Resumo

O trabalho procura analisar o conteúdo e a efetividade das ações desenvolvidas pelo Ministério Público do Meio Ambiente para solucionar o problema da poluição do rio Mossoró e identificar os fatores que dificultam sua atuação. Trata-se de um estudo de caso, de cunho quanto-qualitativo, realizado no trecho urbano da cidade de Mossoró-RN, o mais comprometido do ponto de vista da degradação ambiental, no qual estão dispostos 1.198 domicílios que abrigam 7.218 habitantes ribeirinhos.

Foram realizadas visitas periódicas ao local. Entrevistaram-se alguns dos principais atores desse cenário – o titular da Promotoria do Meio Ambiente, gestores públicos municipais das áreas de infra-estrutura e meio ambiente, bem como técnicos do IBAMA local.

Constatou-se que os ribeirinhos sobrevivem numa área de elevada insalubridade, provocada pela poluição resultante do descarte de resíduos sólidos, efluentes orgânicos domésticos e resíduos líquidos industriais lançados diretamente no leito do rio. Diante desses fatos, o Ministério Público tem promovido a realização de audiências públicas, a instauração de inquéritos civis e a propositura de ações civis públicas.

Dentre os resultados alcançados a partir da ação do órgão ministerial podem-se destacar a sensibilização da sociedade para os problemas ambientais locais, a punição para pessoas que cometeram crimes ambientais e a criação de um fundo municipal de meio ambiente.

Lacunias na legislação ambiental, ineficiente articulação entre os órgãos que detêm o poder de polícia e a Promotoria Ambiental, bem como ao baixo nível de consciência ambiental da população são fatores que prejudicam a efetividade da ação do Ministério Público.

Palavras-chave

Crime ambiental, poder de polícia, poluição.

JOGO DE PAPÉIS, CASO SIMULADO E DEBATE CTSA.

De posse dos textos encontrados nas etapas anteriores, os estudantes passaram a possuir argumentos para as seguintes atividades: o caso simulado, mediante o jogo de papéis, e a atividade experimental sobre quantidade de oxigênio dissolvido.

Apresentamos, muito sucintamente, o Jogo de Papéis, cuja proposta é a de ser utilizado para uma abordagem CTSA e, mais especificamente, para a realização de um “caso simulado” neste formato.

Inicialmente, faz-se necessário diferenciar debate simulado e caso simulado, ambas atividades que podem ser utilizadas com finalidades de um enfoque CTSA para o ensino em diversos níveis escolares. Mas, como esclarecem Vieira e Bazzo (2007), o debate volta-se a uma discussão sobre um tema controverso da ciência, como o aque-

cimento global, em que os estudantes assumem posicionamentos contrários. Ainda segundo esses autores, um dos objetivos do debate é o desenvolvimento da argumentação.

Já o caso simulado volta-se a um problema real, no qual os estudantes assumem papéis de grupos sociais envolvidos na problemática. Além desse aspecto, o caso simulado possui um diferencial marcante, que é o fato de haver a necessidade de uma decisão (proposta) de resolução do problema que envolva uma ação dos grupos envolvidos. São exemplos de casos simulados o problema dos rejeitos sólidos em uma cidade e a regulação do preço dos combustíveis (NUNES et al, 2009).

O Jogo de papéis ou *role-play* é uma técnica de aprendizagem colaborativa que consiste no fato dos estudantes representarem identidades, personalidades ou papéis sociais que não admitiriam ou que simplesmente não condizem à sua realidade para a obtenção de determinados fins de aprendizagem.

Os objetivos do jogo de papéis podem ser os mais diversos, como exemplifica Barkley et al (2005):

- 1- A psicologia do prejuízo, na qual o indivíduo experimenta uma situação para entender os padrões psicológicos de grupos sujeitos à discriminação;
- 2- A aprendizagem de uma segunda língua, para romper a inibição de alguns estudantes;

No entanto, defende-se que a técnica do *role-play* pode ser introduzida no ensino de ciências a partir do debate simulado, para que os estudantes possam compreender posicionamentos sobre um mesmo problema sócio-científico-tecnológico-ambiental.

A finalidade aqui se aproxima da psicologia do prejuízo, uma vez que busca evitar posicionamentos reducionistas, tais como:

“ - O governo é responsável pela destinação do lixo doméstico.”

“- As pessoas que trabalham no lixo devem deixar de trabalhar, pois irão pegar alguma doença.”

O objetivo aqui é entender o outro em suas razões, o que pode ser aliado ao objetivo do caso simulado de buscar soluções possíveis para uma problemática. Tais ponderações nos remetem à finalidade

da educação química e seu compromisso com a construção da cidadania (SANTOS E SCHNETZLER, 2003) e da democracia.

Abaixo descrevemos brevemente a estrutura que propomos para o caso simulado em uma perspectiva CTSA:

- **Justificativa e fundamentação:** O caso simulado CTSA é uma ferramenta adequada para trabalhar habilidades e competências relativas à argumentação, o uso da linguagem científica e a contextualização sócio-histórica da produção do conhecimento científico. Todas essas habilidades são expressas como necessárias para o ensino de química nos documentos oficiais (PCN e PCN+). O caso simulado configura-se, ainda, como uma ferramenta para se trabalhar a dimensão da alfabetização científica, uma vez que o enfoque CTS/CTSA tem sido considerado uma das propostas mais adequadas nesse sentido.
- **Estrutura do Caso simulado:**
 - 1- O tema: O tema a ser trabalhado com as turmas terá necessariamente que ser um tema socialmente relevante, mas com implicações científicas, tecnológicas e ambientais. O desejável é que a escolha se dê em função de um problema presente na comunidade ou que a própria turma escolha o tema que mais lhe preocupa discutir.
 - 2- Dos grupos sociais: A turma é dividida em grupos sociais envolvidos no problema real escolhido, que terão que expor as idéias dos grupos sociais que estão representando, segundo a estratégia do Role-play sobre o tema.
 - 3- Do corpo de jurados e da decisão: Haverá entre os grupos um que será o de jurados. Diante das exposições dos demais, o corpo de jurados deve tomar uma decisão complexa, tendo em vista que, nas problemáticas sócio-ambientais, não se deve tomar decisões simplistas do tipo “Grupo X está correto”. O objetivo é que a decisão seja um plano de ação que envolva todos os grupos sociais participantes na solução do problema. Não se precisa de nenhum ambiente especial, apenas uma sala de aula em que possa se fazer um círculo de cadeiras.

➤ Modelo de Caso Simulado:
Novo Projeto de despoluição do Rio Mossoró

Possíveis grupos envolvidos:

Indústria Salineira
Prefeituras Municipais
Comunidades ribeirinhas
Empresas que despejam dejetos no rio
Pesquisadores (químicos, biólogos, agrônomos)
Educadores ambientais

Explicação inicial

Inicialmente, cada grupo deverá expor suas idéias sobre o problema e seu ponto de vista sobre a questão, como a estrutura proposta abaixo:

- Dos representantes **da Prefeitura Municipal (Grupo 1)**: 5 min
- Dos representantes da **Comunidade Ribeirinha (Grupo 2)**: 5 min
- Dos representantes do grupo de **pesquisadores do rio (Grupo 3)**: 5 min

Seção de questionamentos

Cada grupo terá o direito a fazer pelo menos um questionamento a outro grupo. Quando necessário e possível, pode haver mais de uma rodada de perguntas, que devem seguir essa estrutura na nossa proposta:

Questionamento do Grupo 1 ao grupo 2: 1 min
Resposta do grupo 2: 2 min e 30 seg
Réplica: 1 min e 30 seg
Tréplica: 1 min

Considerações

Cada grupo, ao final da última rodada de perguntas, deve ter um tempo estipulado para fazer suas considerações finais e retomar os elementos-chave de sua argumentação durante o caso simulado. O tempo estimado para esta etapa é de 3 minutos para cada grupo.

Decisão do corpo de jurados

O grupo de alunos que personificam o corpo de jurados deve, ao final do debate, se reunir, em separado, para propor estratégias de resolução dos problemas com base nos argumentos defendidos pelos demais grupos. Ao final, os demais grupos devem ser chamados de volta à sala de aula e deve ser comunicada a 'decisão' tomada.

Terminado o caso simulado, recomenda-se que os estudantes possam discutir os aspectos mais importantes da atividade, a viabilidade da proposta de solução, os conceitos químicos importantes abordados e conceitos de outras áreas disciplinares (biologia, geografia, história) que se fizeram necessários para a argumentação.

EXPERIMENTAÇÃO

Diversos autores discutem a experimentação no ensino de ciências e da química (HOFSTEIN, 2004; HODSON, 1994; PEREIRA, 2008) e fazem críticas à forma tradicional com que esta é vista e praticada em todos os níveis de escolaridade.

Hofstein (2004) afirma que a experimentação tem exercido, ao longo da história do ensino de química, um papel central, constituindo-se do núcleo do currículo e sendo, ao longo da década de 1960, usada em diversas estratégias de ensino. Contudo, a ênfase dada ao papel da experimentação encontra-se na idéia da descoberta ou, como afirma Pereira (2008), ancorada em idéias positivistas.

Outras críticas são feitas por Hodson (1994):

- a) A falta de motivação dos estudantes em função da estrutura da atividade prática;
- b) A inconsistência dos objetivos da educação básica com a aquisição de habilidades técnicas;
- c) A ineficácia das atividades práticas como recurso didático frente a outras atividades;
- d) A visão positivista transmitida pela atividade prática;
- e) Que os trabalhos práticos podem não favorecer as atitudes científicas.

Contudo, como conclui Pereira (2008), essas críticas são as mesmas feitas ao ensino tradicional, sendo a experimentação apenas uma atividade à qual foi impresso um enfoque de ensino. Tal qual esse pesquisador, neste trabalho propõe-se uma re-significação da experimentação, mas com base na contextualização de problemas reais e sob uma perspectiva de construção social do conhecimento técnico científico, na qual este tem um papel importante, mas não de autoridade inquestionável.

EXPERIMENTO DIDÁTICO: QUANTIDADE DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NA ÁGUA DO RIO APODI MOSSORÓ

O experimento apresentado a seguir é uma adaptação do material publicado por Ferreira et al (2004) na Revista Química Nova na Escola.

Materiais e reagentes:

- Par de Luvas cirúrgicas;
- Filtro de café;
- Garrafas PET (lavadas);
- Palha de aço;
- Balança analítica;
- Estufa;
- Bastão de vidro;
- Placa de Petri;
- Béqueres;
- Água do Rio coletada em diversos pontos.

Procedimento:

O primeiro passo é a coleta da água do rio ou fonte natural da qual se deseja conhecer a quantidade de oxigênio dissolvido. Usando luvas para que a sua pele não entre em contato com a água a ser analisada, recolher diretamente nas garrafas PET de 2L.

Em seguida, a água coletada deve ser filtrada com filtro de café para retirar as impurezas que possam induzir ao erro.

Deve-se pesar cerca de 1,5 gramas de palha de aço em uma balança analítica ou semi-analítica, anotar o valor encontrado e introduzi-la na garrafa PET com o auxílio do bastão de vidro. Preencher a garrafa com a água coletada.

Observar a formação do óxido de ferro dia após dia, durante os quatro primeiros dias, como na figura abaixo.

Após cinco dias, filtrar a solução com filtro de café (previamente pesado) e por na estufa para secar.

Pesar o papel de filtro depois de seco e fazer diferença para encontrar a quantidade de óxido de ferro presente. A diferença entre o valor de massa inicial (filtro de papel + palha de aço) e final (filtro de papel + palha de aço + óxido) representa a quantidade de oxigênio dissolvido na água e que reagiu com o ferro presente na esponja de aço.

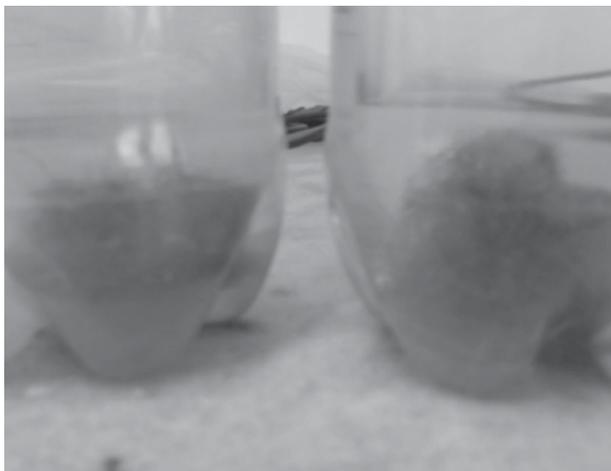


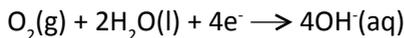
Figura 3: Formação do óxido de ferro após 1 dia.

Discutindo quimicamente o experimento

A oxidação da palha de aço ocorre em função da reação que ocorre entre o ferro e o oxigênio molecular dissolvido na água. Segundo Ferreira et al (2004), os possíveis mecanismos são:

Mecanismo 1:

Redução:



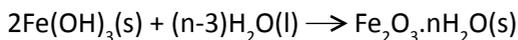
Oxidação:



Precipitação:

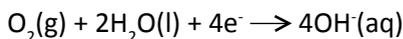


Formação do óxido:

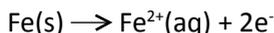


Mecanismo 2:

Redução:



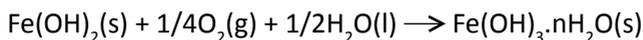
Oxidação:



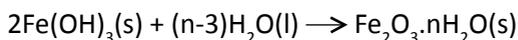
Precipitação:



Oxidação adicional:



Formação do óxido:



Como pode ser percebido, em ambos os mecanismos, o íon OH^- (hidróxido) tem um papel fundamental, o que indica a importância do pH para a formação do óxido de ferro III.

Outro aspecto interessante a se levado em consideração é que o produto final da reação é o óxido hidratado, daí a importância de se realizar a secagem do material a 110 °C, a fim de garantir a maior desidratação possível, consequentemente diminuindo o erro.

DISCUTINDO O EXPERIMENTO DO PONTO DE VISTA PEDAGÓGICO.

Apesar de apresentar forte conteúdo social e ambiental, o experimento não garante uma abordagem CTSA. Trabalhar a determinação da quantidade de oxigênio com o referido enfoque exige uma discussão sobre as causas da alteração da quantidade de oxigênio dissolvido e principalmente sobre as consequências sociais e ambientais do impacto ambiental gerado (mortalidade de peixes, água imprópria para consumo, problemas com a comunidade ribeirinha, entre outros).

A sugestão aqui feita é que o experimento esteja associado ao caso simulado CTSA, de forma que seus resultados possam subsidiar a argumentação e, ao final do caso simulado, possa ser feita uma discussão ou produção textual que busque sistematizar os resultados e argumentos trabalhados.

Outro aspecto relevante nessa prática é o uso de materiais alternativos. Mesmo vidrarias comuns (béquer e vidro de relógio) podem ser substituídas por materiais encontrados no cotidiano, como copos descartáveis e pires.

Para dispensar o uso de uma balança analítica ou semi-analítica, devido à quantidade de Oxigênio Dissolvido (O.D.) ser muito pequena, faz-se necessário a substituição das garrafas de 2 litros por recipientes maiores, tais como garrafões de água mineral (20 litros), o que aumenta a quantidade de O.D. em 10 vezes.

Resultados preliminares e discussão

Abaixo são discutidos os resultados obtidos na adaptação do experimento e sua interpretação.

O primeiro passo foi a coleta da água do rio em dois pontos distintos (Ponto 1, marcado pela eutrofização e ponto 2, uma ressurgência, onde a água apresenta-se cristalina – **Figuras 4 e 5**), onde amostras foram recolhidas em garrafas PET de 2L, às sete horas da manhã no primeiro ponto e às sete e quinze no segundo ponto.

Seguiu-se o procedimento descrito acima para as amostras coletadas no Rio Apodi- Mossoró e para duas amostras de água da tubulação da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e para uma amostra de água destilada. Os resultados são apresentados na **Tabela 2**.



Figura 4: Ponto de coleta 1



Figura 5: Ponto de coleta 2

TABELA 2: VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NAS AMOSTRAS ANALISADAS

Amostra	Massa de Fe_2O_3	pH	Concentração O_2 (g/L)
Ponto 1	0,7732	7,31	0,116
Ponto 2	0,1050	7,89	0,016
Água destilada	0,3086	7,02	0,046
Água da tub. 1	0,1019	7,98	0,015
Água da tub. 2	0,1018	7,98	0,015

Diante dos dados obtidos com o experimento acima relatado, chegou-se a algumas considerações importantes:

- a) Os valores obtidos com o experimento para todas as amostras encontram-se significativamente acima dos valores máximos esperados para a água com saturação máxima de O_2 a 25 °C, que seria de aproximadamente 8,0 mg/L, o que nos indica que a desidratação do composto $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ não foi completa, um problema já relatado por Ferreira et al (2004) em seu artigo original.
- b) Ainda que não se possa fazer considerações quantitativas exatas, o experimento traz a possibilidade de uma ótima discussão qualitativa, uma vez que a amostra 1, proveniente de um ponto eutrofizado do rio, apresentou valores cerca de oito vezes maiores que os da água coletada no outro ponto ou na água distribuída na tubulação da UERN.
- c) A água da tubulação da UERN⁶ e da ressurgência apresentaram valores extremamente próximos, o que é justificado por ambas serem águas provenientes do subsolo da cidade, de onde se depreendem que tenham características físico-químicas similares.
- d) O experimento não permite chegar à uma conclusão quantitativa sobre a qualidade de água em cada ponto em particular, contudo, permite uma comparação entre amostras. Este aspecto pode ser útil para se trabalhar a discussão sobre elementos científicos de interesse na perspectiva CTSA, como a elaboração de hipóteses, discussão sobre a validade do método, a necessidade de outras metodologias e a incorporação de outros passos ao método adotado, entre outros.

REFERÊNCIAS

AULER, D. **Interações entre Ciência - Tecnologia - Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. Tese de Doutorado em Educação. – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

⁶ A água distribuída na tubulação da UERN provém de poço próprio e não muito distante do leito do Rio.

ARAÚJO, V. S. de, SANTOS, J. P. dos, ARAÚJO, A. L. C., Monitoramento das águas do rio Mossoró/RN, no período de abril/2005 a julho/2006, **Holos**, ano 23, 2007.

BAIRD, C., **Química Ambiental**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARKLEY, E. F., CROSS, K. P., MAJOR, C. H., **Técnicas de aprendizagem colaborativo**. Madri: Morata, 2005.

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

_____, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2002.

CÂMARA, J. H. C., SOUZA, F.C.S., PINHEIRO, K.L.C.B., BARRETO, S.L., ALVES, G.S., **Crescimento econômico, urbanização e impactos socioambientais: o caso do município de Mossoró-RN**. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa, 2007.

CASCUDO, L. da C., **Notas e documentos para a história de Mossoró**, Coleção Mossoroense Mossoró: ETRN/Uned Mossoró / Petrobrás SA, 3 ed, 1996.

FERREIRA, L. H., ABREU, D. G. de, IAMAMOTO, Y., ANDRADE, J. F. de, Determinação simples de oxigênio dissolvido na água, **Química nova na escola**, n 19, 2004.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, **Enseñanza de las ciencias**, v. 12, n. 3, 1994.

HOFSTEIN, A., The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation, and research, **Chemistry Education: research and practice**. v. 5, n. 3, 2004.

JARDIM, W. F. A contaminação dos recursos hídricos por esgoto doméstico e industrial. **Química Nova**, v 15, n 2, 1992.

LISBOA, J. C. F. **Ser Protagonista: Química**. SM Editora: São Paulo, 2010.

MARTINS, D. F. F. ; SOUZA, R. B. ; OLIVEIRA, T. M. B. F. ; SOUZA, L. D. ; CASTRO, S. S. L. . Qualidade físico-química das águas da bacia do rio Apodi/Mossoró: I- Variabilidade espacial. Anais do I congresso norte-nordeste de química, Natal, 2007.

MARTINS, D. F. F. ; SOUZA, R. B. ; OLIVEIRA, T. M. B. F. ; SOUZA, L.

D. ; CASTRO, S. S. L. . Qualidade físico-química das águas da bacia do Rio Apodi/Mossoró: I- Variabilidade Espacial.. **Química no Brasil**, v. 2, n.1, p. 61-74, 2008.

MARTINS, D. F. F.; SOUZA, L. D. ; CASTRO, S. S. L. . Qualidade físico-química das águas da bacia do Rio Apodi/Mossoró: II- Variabilidade Temporal.. **Química no Brasil**, v. 2, n.2, p. 9-23, 2008.

NUNES, A. O., NUNES, A. O. ; MESQUITA, K. F. M. ; SANTOS, A. G. D. . Experimentação pedagógica relações CTSA na formação inicial do licenciando em química. **Enseñanza de las Ciencias**, v. Extra, p. 1987-1991, 2009.

PAIVA, Clarissa. Área de preservação do Rio Mossoró está ocupada. Disponível em: <<http://www.mp.rn.gov.br/imprensa.asp?cod=11>> Acesso em: 10 out. 2009.

PEREIRA, C. L. N, A história e a experimentação no ensino de química orgânica, Brasília: UNB, 2008 (Dissertação de Mestrado).

PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio Científico-tecnológico: a contribuição do enfoque cts para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático**. Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

REIS, M. **Química – Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia**. FTD: São Paulo, 2010.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

SANTOS, W. L. P. SCHENETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Ed. Unijuí, 3ª ed, 2003.

SANTOS, W. L. P. DOS, MÓL, G. S., SILVA, R. R., CASTRO, E. N. F. DE, SILVA, G DE S., MATSUNAGA, R. T., SANTOS, S. M. DE O., DIB, S. M. F., FARIAS, S. B., **Química Cidadã**. Nova Geração: São Paulo, 2010.

SILVA, M. G. L. **Repensando a tecnologia no ensino de química do nível médio: um olhar em direção aos saberes docentes na formação inicial**, UFRN: Natal, 2003.

VEIRA, K. R. F, BAZZO, W. A., Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula, **Ciência e Ensino**, v1, número extra, 2007.

DESPERTANDO RESPONSABILIDADE SOCIAL POR MEIO DA TEMÁTICA DE USINAS TERMONUCLEARES

ALCINDO MARIANO DE SOUZA⁷

AUTA STELLA DE MEDEIROS GERMANO⁸

INTRODUÇÃO

O atual contexto social nos direciona a um desafio primordial, que é a criação de um ensino de Física no qual os conteúdos estejam vinculados a questões sociais, políticas, éticas, à construção de valores e à capacidade de contínuo aprendizado. Ainda, o pouco interesse de nossos alunos por questões sociais é notório em sala de aula. Buscar uma mudança nessa postura tornou-se uma de nossas principais motivações para desenvolver a pesquisa à qual esse trabalho se refere. Assim, elaboramos e analisamos o desenvolvimento de uma proposta de intervenção didática em que o ensino da Física esteve contextualizado por questão de relevância social, visando potencializar nos alunos uma postura de maior responsabilidade social e garantir o foco na formação de um cidadão pleno, capaz de atuar na sociedade unindo interesses pessoais e coletivos, com participação ativa em processos de decisão da gestão pública e contribuindo para uma sociedade realmente democrática.

⁷ Possui graduação em Licenciatura Plena em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Mestrado em Ensino de Física e Ciências pela mesma instituição. Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Currículos Específicos para Níveis e Tipos de Educação, atuando principalmente nos seguintes temas: ciência, tecnologia e sociedade, livro didático, ensino de física.

⁸ Bacharel e licenciada em Física, mestre em Física - Cosmologia (1993) e doutora em Educação (2000), tendo desenvolvido essa formação na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. É professora Adjunto II da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no Departamento de Física Teórica e Experimental. Atua em projetos de extensão e pesquisas em Ensino das Ciências, abrangendo os seguintes temas: ensino significativo, ensino de ciências e educação ambiental com ênfase no ensino de astronomia, educação a distância, concepções alternativas e a aprendizagem de conceitos, contribuições da história da ciência no ensino e aprendizagem da Física.

A proposta de intervenção em torno da qual fizemos nossa pesquisa foi desenvolvida numa escola particular na cidade de Natal-RN, junto a três turmas da 2ª série do Ensino Médio do turno matutino, nas quais um dos autores deste trabalho atuava como professor. Em sua grande maioria, os alunos dessa escola são de classe média a alta, dentro da faixa etária regular e, se for mantida a realidade de turmas anteriores, praticamente todos ingressarão no Ensino Superior, seja numa universidade pública ou privada. Suas carreiras acadêmicas, ao contrário do que ocorre para a maioria da população em nosso país, não se encerrarão na conclusão do Ensino Básico. Em virtude desse contexto, sabemos que, salvo alguns trabalhos isolados, o Ensino Médio na escola particular acaba envolto por um foco curricular quase que totalmente voltado para o vestibular, não sendo diferente para o ensino da Física. Entendemos que a escola com esse foco acaba deixando as discussões relacionadas às questões sociais, ambientais, políticas e econômicas para outras etapas do ensino, ou para outras instituições de formação. No entanto, é necessário que nossos alunos, ainda no Ensino Médio, possam desenvolver uma visão mais crítica e reflexiva, por meio de um ensino que procure fornecer não apenas subsídios em conhecimentos e informações, mas favorecer a formação de competências para analisar, argumentar, opinar, decidir, questionar, e, particularmente, estimular a conscientização e a sensibilidade para com os problemas sociais e ambientais que a sociedade vivencia.

Ressaltamos a importância de tal formação se fazer presente também na escola particular, visto que os alunos que a frequentam poderão ter grande poder de decisão futuramente, em virtude da classe social a que pertencem. Alguns serão políticos, outros empresários, agentes formadores de opinião, enfim, pessoas que se destacarão devido à repercussão social que seus cargos ou funções poderão ter. Faz-se necessário, dessa forma, que a escola busque propiciar para esses jovens contato com ideias, valores, atitudes e informações que promovam maior consciência e preocupação em relação a problemas sociais. Assim, temos grande preocupação quando tentamos discutir em sala de aula problemas de relevância social e os vemos indiferentes a isso, pois em uma realidade que os favorece socialmente, estes futuros cidadãos muito provavelmente manterão as mesmas condições em que vivem, no entanto, mesmo que tenham a oportunidade de contribuir na solução de problemas sociais, poderão não

fazê-lo. Desejamos que a escola possa influenciar positivamente esses alunos e que as aulas de Física também contribuam para mudanças de postura, fugindo do foco exclusivo no vestibular. Entendemos que tal formação não depende apenas da escola, mas que o ensino de Física também deve fazer parte disso, deixando de ser desenvolvido de forma socialmente acrítica.

Um argumento forte na implantação de um ensino mais contextualizado e com maior grau de criticidade na escola particular é a crescente pressão social para que a escola adote, efetivamente, os direcionamentos dos atuais documentos para a Educação, a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), os Parâmetros Curriculares Nacionais em sua edição complementar (PCN+) e as Orientações Curriculares Nacionais (OCN). Essa pressão também acaba vindo do Estado e foi reforçada com a seleção de vagas, por muitas universidades, para ingresso através do cadastro único, baseado no desempenho do ENEM. Os PCN+ e as OCN estão ainda longe de serem aplicados por muitas escolas e, embora haja esforço para isso, fazem-se muito mais presentes na escola pública. Entendemos a carência da escola pública e a urgência de sua melhoria, mas nos preocupamos com que o foco numa sociedade mais democrática possa se fazer mais presente também na escola particular. Assim, no contexto desta, é interessante ressaltar que hoje, atender a esses documentos oficiais também permite um ensino voltado para a cidadania, contextualizado, explorando habilidades e competências relevantes para tal.

Nessa perspectiva, utilizando como principal referencial a ênfase curricular Ciência, Tecnologia e Sociedade, nossa intervenção didática adotou como tema a implantação de usinas termoeletricas no Nordeste, parte do plano atual do governo federal para expansão da produção de energia elétrica no país. Considerando nosso contexto escolar, o desenvolvimento da temática procurou propiciar, simultaneamente, o desenvolvimento do conteúdo curricular de Física Nuclear.

A intervenção didática foi utilizada como exemplar de situação em que se buscou o envolvimento dos alunos em uma questão sócio científica, de modo que procuramos investigar, durante a mesma, o envolvimento dos alunos em relação à atividade de ensino, a evolução das concepções deles sobre a importância da participação popular na gestão pública, elementos de composição da intervenção que

atingiriam os objetivos de motivar os alunos para uma maior participação. Isso foi feito através da observação da participação dos alunos durante a atividade, e de suas produções escritas – verificando se eles se restringiam a passos propostos pelo professor ou se tomavam a iniciativa de estudar questões complementares, e participação nos momentos coletivos da Atividade. Focalizamos também se o aprendizado dos conteúdos científicos envolvidos na questão proposta ocorreria de forma relevante.

O ENSINO DA FÍSICA NUCLEAR

Uma intenção particular de nossa pesquisa, e que converge com um destaque feito por muitos pesquisadores na área do ensino de Física, diz respeito à inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio. A demanda por um ensino de Física contextualizado e que trate de questões do nosso cotidiano tem sido uma das justificativas para se alertar sobre a inserção de conteúdos da FMC no Ensino Médio, pois seus conceitos estão muito presentes na compreensão e na fundamentação de grande parte dos artefatos tecnológicos e, em virtude disso, acabam gerando mais interesse por parte dos alunos (OSTERMANN e MOREIRA, 2000). Entendemos que, dentre muitos conteúdos da Física Moderna que favorecem uma investigação na perspectiva que defendemos, encontra-se a Física Nuclear, podendo ser relacionada com questões sociais e ambientais relevantes, envolvendo aspectos políticos, científicos, culturais e econômicos. É o caso da discussão sobre a obtenção de energia elétrica a partir de fontes nucleares. Quando analisamos o cenário nacional e internacional, vemos que, além dessa discussão, outros temas relacionados à Física Nuclear, como sua aplicação na medicina e na datação radioativa e, particularmente, na indústria bélica, também apresentam-se com clara relevância, evidenciados, inclusive, através dos meios de comunicação.

Dos conteúdos conceituais ressaltados em nossa proposta de intervenção, destacamos os processos de fissão e fusão nuclear, a relação massa-energia para essas reações, o decaimento radioativo, a interação das radiações ionizantes com os seres vivos bem como os efeitos biológicos dessa interação.

A ÊNFASE CURRICULAR CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

A sociedade está cada vez mais repleta de artefatos tecnológicos, sendo nossos hábitos, costumes, necessidades e profissões influenciados diretamente por avanços científicos e tecnológicos. Estes avanços podem trazer benefícios, mas também problemas, como a implantação de tecnologias que prejudicam o meio ambiente, o desenvolvimento de hábitos consumistas ou armamentistas, a consolidação dos conceitos de desenvolvimento humano e social baseados unicamente nos avanços tecnológicos e a falsa crença de que a Ciência e a Tecnologia (C&T) são a solução para todos os problemas. Por isso, entre as ênfases curriculares que favorecem uma perspectiva mais contextualizada para o Ensino de Física, adotamos, em nosso trabalho, aquela voltada para as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Pesquisadores que trabalham com essa perspectiva ressaltam o potencial da mesma para formar cidadãos mais participativos, mais responsáveis socialmente, democráticos e solidários, na medida em que ela busca a preparação para a tomada de decisões com relação às questões sociais que envolvem C&T e a formação de atitudes que favoreçam com que a população exerça influência nos processos decisórios, principalmente aqueles concernentes à gestão pública.

Na ênfase curricular CTS, o aluno é o centro, o alvo da proposta. Conteúdos, temas e contextos devem estar em torno de sua realidade, seja o cotidiano, a mídia, os fenômenos naturais ou os equipamentos tecnológicos que utiliza. Essa “premissa” dos trabalhos em CTS é apresentada claramente por Aikenhead (1998) e outros pesquisadores, afirmando-se que devem ser exploradas tanto as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, como as relações destes com o mundo do aluno, evitando a separação entre mundo do aluno e mundo da escola. Ainda dentro da metodologia orientada por Aikenhead, sugere-se um percurso metodológico em que escolhe-se um tema ou problemática que surja da sociedade, seja de âmbito global, regional ou local e, a partir de então, se faz relação com questões tecnológicas e científicas envolvidas. Diante da compreensão das relações e dos conceitos envolvidos, retorna-se à problemática inicial em seu contexto social, estimulando soluções ou posicionamentos.

QUESTÕES SÓCIO-CIENTÍFICAS

A intervenção didática escolhida para unir a ênfase CTS e o ensino da Física Nuclear foi baseada na temática de implantação das usinas termonucleares no Nordeste, tema que pode ser reconhecido como uma questão sócio-científica controversa. Com base na metodologia CTS, na qual um tema social gera todo o percurso metodológico, a integração de questões políticas, éticas, ambientais, econômicas e/ou culturais tem sido estimulada através da abordagem de situações controversas, problemas reais ou simulados que tratem de temas de relevância e encontrem posicionamentos diferentes, opostos até, em diversos setores sociais.

Questões sócio-científicas controversas, para as quais não há consenso na sociedade, ocorrem principalmente quando há riscos para saúde ou para o ambiente. Nesses casos, valores e influências, além do interesse público, podem interferir diretamente nas posições e decisões sobre as mesmas (KOLSTØ, 2001).

As questões sócio-científicas podem ser usadas, portanto, para debates ou discussões sobre problemas socialmente relevantes, que devem culminar em um processo de decisão, isto é, os alunos devem ser estimulados a um posicionamento frente aos temas, procurando construir opiniões e argumentações com base em informações e valores. Embora a tomada de decisão seja usualmente defendida como um ponto importante para intervenções didáticas com ênfase CTS, para alguns autores o processo que leva o aluno a um posicionamento é mais importante do que a decisão em si (SADLER e FOWLER, 2006). Algumas críticas à ênfase CTS dizem respeito à busca de preparar o aluno para a tomada de decisão, afirmando ser questionável essa capacitação dos jovens. Certamente, os alunos não saem do ensino básico prontos para participar de decisões sobre questões sócio-científicas (MILLAR, 2003), no entanto, não se pode negar a necessidade da escola colaborar nesse caminho, propiciando aos estudantes a construção de habilidades próprias dos processos de decisão e expectativa de aprimoramento futuro, isto é, a aprendizagem da busca de informações, o exercício de julgar e criar critérios que possibilitem a construção de posicionamentos futuros mais sólidos e bem argumentados, mesmo em questões que exijam mais conhecimento.

Santos e Mortimer (2009) também comentam sobre pesquisas que mostram melhorias no discurso dos alunos, aumento na capacidade de pesquisa, coerência de argumentação, atitude crítica e melhor compreensão das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, referindo-se ao trabalho com questões sócio-científicas.

A questão sócio-científica que escolhemos para a proposta foi o projeto de expansão das usinas termonucleares no Brasil, um tema regional que traz uma problemática de relevância social. A previsão de mais usinas, especificamente no Nordeste do Brasil, seria o ponto central de discussão, através da pergunta “O Brasil deve instalar usinas termonucleares no Nordeste?”. Consultando o Plano Nacional de Energia para 2030, documento elaborado pelo Ministério de Minas e Energia em 2006 e 2007, percebe-se a intenção do aumento do fornecimento de energia elétrica a partir da energia termonuclear, com reatores nucleares baseados no processo de fissão nuclear. Esse plano não prevê, claramente, a quantidade de usinas a serem implantadas, nem onde seriam, porém deixa clara essa intenção. Quando o documento compara a previsão da demanda energética brasileira com a previsão de aumento do fornecimento de energia elétrica com base nas usinas hidroelétricas, procura mostrar que estas não atenderiam às necessidades do país. A opção seriam usinas termonucleares com reatores de até 1500 MW.

Os argumentos principais, citados no documento, seriam a redução de emissão dos gases que contribuem para o efeito estufa e a possibilidade do Brasil ser auto-suficiente na produção do combustível nuclear. Quando percebemos em nosso país muitas outras possibilidades de energia elétrica, principalmente no Nordeste, como a energia eólica, solar ou das marés, nos perguntamos se há uma real necessidade de usinas termonucleares em nossa região. Será que a sociedade deve ficar de fora dessa decisão?

Embora a tecnologia de segurança tenha melhorado muito, os riscos de acidentes sempre irão existir, por mais que sejam minimizados. Além disso, é preciso avaliar a relação custo-benefício da usina, pensando em todos os fatores, no tempo de vida útil, os locais de armazenamento dos dejetos radioativos e os custos para manter as instalações das usinas seguras após sua desativação. A sociedade precisa refletir e participar da decisão sobre até que ponto vale a

pena investir bilhões de dólares em usinas termonucleares e não em outras tecnologias para utilização de fontes de energia mais seguras e até renováveis. Os acidentes de Chernobil, Three Mile Island, os vazamentos em Angra II e, mais recentemente, em Fukushima, também deixam clara a necessidade da participação nesse processo de expansão do parque nuclear brasileiro, além do Brasil ter experiências complicadas com a gestão e a continuidade de políticas públicas.

DA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Dentro do planejamento anual da disciplina de Física, foram dedicados 14 tempos de aula para aplicação da intervenção. A proposta consistiu em um exercício de tomada de decisão, procurando fazer com que os alunos fundamentassem e assumissem uma posição frente à questão da instalação de usinas nucleares no Nordeste do país. Para subsidiar a tomada de decisões, foi adotado o exercício de jogo de papéis, no qual os alunos aprofundaram e trocaram informações que seriam apresentadas, numa forma final, em audiência pública simulada e, posteriormente a ela, num plebiscito simulado, em que cada aluno votou a favor ou contra as usinas termonucleares, justificando sua decisão. Detalhamos a seguir as etapas da proposta e o levantamento de dados que ocorreu concomitante a ela.

LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS E POSTURA PRÉVIA DOS ALUNOS EM RELAÇÃO A APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR

Antes de iniciarmos o trabalho com a atividade propriamente dita, sentimos a necessidade de conhecer a percepção prévia dos alunos sobre o uso da energia nuclear. Em função disso, foi aplicado um questionário de sondagem, com três perguntas abertas, respondido de forma individual.

Confirmando algumas pesquisas da literatura, vimos que um percentual significativo dos alunos associam a energia nuclear a armas nucleares: dentre 108 que responderam a esse questionário inicial, 61 afirmaram ser armas, ou destruição, a primeira coisa que lhes vem à cabeça quando ouvem falar em energia nuclear. A segunda resposta com maior frequência foi usina e energia (26 respostas); outras aplicações, como uso na medicina, foram mencionadas apenas por um aluno.

Do total, 86 alunos não achavam o uso da energia nuclear seguro, o que condiz com a associação inicial que fazem com armas e destruição. Entretanto, quando perguntados sobre a implantação de usinas, os números mudam um pouco. Eram favoráveis às usinas nucleares, no início da nossa intervenção, 31 alunos (28%), e outros 22 diziam ser favoráveis com ressalvas (20%); 41 alunos (37%) eram contrários e 17 deles (15%) não souberam opinar.

APRESENTAÇÃO DA QUESTÃO SÓCIO CIENTÍFICA: A POPULAÇÃO DEVE PARTICIPAR?

Após o questionário de sondagem, fizemos a apresentação da atividade, visando a uma problematização e motivação inicial para o nosso tema. Isso aconteceu com a reprodução em vídeo de uma reportagem exibida no Jornal da Globo, com o título “Desafio Nuclear”, através da qual apresentamos o problema ou questão sócio-científica. Após o vídeo, os alunos foram questionados sobre sua compreensão acerca da linguagem utilizada e das informações apresentadas, e surgiram ali algumas opiniões bem discretas, com os alunos participando ainda muito pouco da problematização. Ficou evidenciada uma falta de conhecimento dos alunos sobre o assunto e também a dificuldade em compreender algumas informações presentes no vídeo, principalmente quanto à linguagem dos locutores ao abordarem aspectos científicos e tecnológicos.

Eles receberam um texto sobre o tema da reportagem e outro questionário com três questões, abertas, sobre o que achavam da participação dos cidadãos no processo de decisão da implantação de novas usinas termonucleares no Nordeste. Dos 105 alunos que responderam ao questionário, 54 alunos, ou seja, praticamente metade, entendiam, de início, que a população deveria participar da discussão sobre a implantação das usinas, contradizendo o resultado de outras pesquisas, como a efetuada por Shoewers (1987), na qual afirmava-se que, embora houvesse um reconhecimento de que a população devesse opinar, acreditava-se que a decisão deveria ficar nas mãos de especialistas.

Esse primeiro dia da atividade foi importante para tentar motivar os alunos, mostrando a relevância da questão e, principalmente, buscando o envolvimento deles. Moreira e Ostermann (2000) comentam tal envolvimento em questões relacionadas com a Física Moderna,

e Santos (2001) argumenta que é a partir da discussão de temas reais e da tentativa de delinear soluções para os mesmos que os alunos se envolvem de forma significativa e assumem um compromisso social.

O envolvimento do aluno é importante na medida em que os conteúdos atitudinais em relação à responsabilidade social dependem muito desse aspecto. Os fatores cognitivos e emocionais seriam dois dos três fatores que se fazem presentes na formação de atitudes em sala de aula (TALIN, 2004; MASSANERO, VÁSQUEZ e ACEVEDO, 2003; POZO e GOMEZ CRESPO, 1998). Um terceiro fator seria o comportamental. Como a mudança de postura está vinculada à mudança de atitude, julgamos importante a atenção a tais características. Kolsto (2000) também comenta que o envolvimento é um aspecto primordial para a formação de cidadãos participativos numa sociedade democrática.

GRUPOS SOCIAIS FRENTE À QUESTÃO CONTROVERSA: A BUSCA E ORGANIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES E A ELABORAÇÃO DE ARGUMENTOS

Na retomada do projeto em sala de aula, que se deu no dia seguinte, os alunos foram levados a discutir a participação do “cidadão comum” no processo de decisão das usinas, com base em suas opiniões anteriormente emitidas no questionário. Tentamos mostrar a complexidade da decisão, não no aspecto técnico, somente, mas nas influências mútuas dos vários setores sociais. Dessa forma, a Atividade teve continuidade.

Os alunos foram então divididos em 10 grupos com 3 a 5 componentes, cada grupo assumindo a postura de um setor social. O grupo deveria buscar informações que o ajudassem a se posicionar favorável ou contrário à instalação de usinas term nucleares no Nordeste. Essa atividade é similar ao *role play*, conhecido como jogo de papéis, no qual os alunos assumem papéis e incorporam suas opiniões e ações. Em nossa proposta, os papéis são usados para direcionar a natureza da pesquisa a ser feita por cada grupo, e para que os alunos conheçam a posição desses setores. Entretanto, as opiniões ou as ações deles não são, obrigatoriamente, as mesmas dos setores que o grupo representa.

Esses papéis foram escolhidos pensando-se nos diversos contextos e problemáticas sociais, políticas, econômicas, científicas e

técnicas envolvidas. Na definição desses contextos, tivemos a ajuda de colegas professores de outras disciplinas, como geografia, história, biologia e sociologia. Mesmo sem a participação direta no projeto, eles auxiliaram no delineamento das relações entre a problemática e esses setores sociais.

Foram escolhidos os seguintes setores, que posteriormente foram representados em uma audiência pública: ambientalistas, cientistas, sociólogos, políticos, ministério público, engenheiros da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), empresários, economistas, jornalistas e historiadores. Na formação dos grupos, procuramos reunir alunos com interesse comum em relação à atuação profissional do setor social representado, e não em função dos grupos sociais já existentes em classe. Os alunos deveriam perceber como cada setor social sofre as influências da instalação de uma usina termonuclear, como pressionam ou são pressionados no processo de decisão. A necessidade de representar diversos setores tanto auxilia na compreensão do processo de decisão como na consciência de que a participação desses setores acontece de fato.

Cada grupo recebeu então orientações gerais e específicas através do que foi chamado “cartões de papéis”, que continham também alguns questionamentos e sites para consulta. Para compartilhar informações e ajudar na sistematização de argumentos a serem apresentados na audiência, os grupos receberam também uma planilha com sugestão para organização das informações coletadas e dos argumentos que seriam construídos com base nelas. Dois encontros de duas horas-aula cada foram destinados a reunir os grupos em classe para tirarem dúvidas, com o apoio do pesquisador, que também é o professor de Física das turmas que fizeram parte da pesquisa. Nesses encontros, houve consulta livre entre grupos e o professor observou cada grupo, provocando questionamentos para refletirem a respeito. Uma aula expositiva seguiu cada um dos encontros, uma vez que sentiu-se a necessidade de expor conceitos científicos relacionados ao tema (tais como fissão, fusão, radiações ionizantes), com uso de simulações virtuais.

As principais informações e argumentos apresentados pelos alunos nos encontros de grupo estão representados na tabela a seguir.

FAVORÁVEL À USINA TERMONUCLEAR	CONTRÁRIO À USINA TERMONUCLEAR
ENERGIA LIMPA/ MENOR IMPACTO AMBIENTAL	OS RISCOS NÃO COMPENSAM/ USAR OUTRAS FORMAS DE ENERGIA
DEFESA NACIONAL	PROBLEMAS COM O LIXO NUCLEAR/ IMPACTO AMBIENTAL/ SOCIAL
RENDIMENTO DO URÂNIO/ BARATO/ GRANDES RESERVAS NO BRASIL	ALTO CUSTO/ INVESTIMENTO EM OUTRAS ATIVIDADES, COMO EDUCAÇÃO E SAÚDE
TECNOLOGIA SEGURA/ TRATAMENTO DOS REJEITOS	PROBLEMAS DO BRASIL/ CORRUPÇÃO/ DESVIO DE VERBAS/ FISCALIZAÇÃO
	FALTA DE APURAÇÃO EM ACIDENTES/ PLANO DE EVACUAÇÃO/ INFORMAÇÃO DAS PESSOAS
	TERRORISMO

A PARTICIPAÇÃO POPULAR EM PROCESSOS DECISÓRIOS

A audiência pública foi simulada após a fase de aprofundamento nos encontros de grupo e momentos de aula expositiva. Nela, os grupos apresentaram conhecimentos que haviam construído, na forma de argumentos contra e a favor da instalação das usinas. Eventualmente, os alunos poderiam explicitar posições pessoais, mas o posicionamento deles não precisaria estar definido nem explicitado naquele momento; a finalidade da audiência era dar subsídios, a partir das exposições e debates, para consolidar uma posição a ser expressa no plebiscito. Destacamos a importância que vimos em vincular a atividade a uma audiência pública, principalmente pelo papel desta como instrumento de participação efetiva, onde os cidadãos podem expressar sua opinião e argumentos junto aos gestores e influenciar decisões relevantes para a sociedade.

O plebiscito deu-se num momento posterior à audiência pública, com voto em urnas dispostas em horário extra-classe. Diferen-

te do que ocorre nos plebiscitos reais, solicitamos a identificação de cada aluno, a fim de podermos analisar eventuais mudanças de concepção que tivessem ocorrido no processo. Da mesma forma, inserimos uma questão sobre quais teriam sido os principais argumentos que o levaram à escolha apresentada.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

No que concerne às concepções prévias dos alunos acerca do uso da energia nuclear, vimos que, desde o início, reconheciam a energia nuclear como algo pouco seguro. Mas, apesar disso, o número de alunos favoráveis à instalação de usinas nucleares não acompanhava esse dado, sugerindo que a baixa segurança atribuída à energia nuclear estivesse mais associada, num primeiro momento, à relação que faziam entre energia nuclear e seu uso em armamentos.

O mesmo questionário que foi aplicado no início da Atividade, para levantar a visão dos alunos sobre a importância da participação popular na decisão envolvendo a instalação das usinas, foi aplicado aproximadamente 5 meses depois da Atividade, junto aos mesmos alunos. O número de alunos que respondeu sobre a participação da população no processo de decisão aumentou de aproximadamente 51% para 55%. Dessa forma, constatamos que o aumento na valorização da participação popular foi pouco significativo; consideramos, entre outras possibilidades, se esse resultado seria fruto de uma mudança na percepção da complexidade da questão.

Segundo alguns pesquisadores, o nível de informação influencia a opinião sobre o apoio às usinas termonucleares (SHOEWEERS, 1987), porém, em nossa pesquisa, essa constatação não se repetiu. O percentual de alunos contra a implantação de usinas termonucleares após a audiência alcançou 54%, ou seja, houve alteração significativa (antes de iniciar a atividade, eram 37%). Contudo, a quantidade de alunos indecisos quanto à implantação das usinas diminuiu, demonstrando tomadas de posicionamentos ao adquirirem um maior nível de informação. Os principais argumentos dos alunos contrários à instalação envolviam o problema do lixo nuclear, ainda sem solução, e a existência de outras fontes de energia disponíveis no Brasil. Uma diversidade de fatores, de ambientais ao histórico de corrupções no Brasil, ou ainda, os riscos com terrorismo, foi mencionada.

Particularmente em relação à elaboração de argumentos, durante os encontros de grupo e a audiência pública identificou-se a presença de uma variedade de dimensões levantadas pelos alunos, mas esta deu-se, principalmente, pela diversidade dos papéis e sugestões de leituras orientadas durante a atividade. A observação dos alunos e de sua apresentação na audiência pública mostrou um baixo índice de iniciativas para a pesquisa além da orientada, e que grande parte dos alunos apresentava muita dificuldade na construção de argumentos e na interpretação de informações adotadas, por vezes, admitindo contradições entre elas. Essa dificuldade, contudo, evidencia a importância de atividades dessa natureza, pois percebemos o esforço dos alunos nessa construção e estruturação de argumentos. Trata-se de competências necessárias à sua formação. Durante a audiência pública, alguns conseguiam estabelecer relações bem estruturadas e com claro propósito de convencimento.

Conforme nossas observações, o envolvimento por parte de muitos alunos não aconteceu, os quais viam as atividades propostas como trabalho a ser realizado *para o professor*, para obterem nota. No entanto, houve aqueles que tomaram o problema para si e apropriaram-se dele, inclusive representando seu setor social de forma caracterizada e emitindo opiniões próprias, com preocupação sobre a solução para a questão. Alguns grupos enriqueceram a pesquisa com informações importantes, como por exemplo, comparando a legislação brasileira, que é muito tímida na questão nuclear, com a de outros países mais maduros nesse tema, como a França. Em alguns momentos houve necessidade de mediação para intervir nos debates, embora devamos ter em mente que debates acirrados não são indicadores claros de envolvimento, pois os alunos podem competir entre si, ou mesmo posicionarem-se por influência dos colegas de sala.

Quase sete meses após o encerramento da atividade com o plebiscito, iniciamos um ciclo de entrevistas. Foram entrevistados 12 alunos, tendo como principal critério, em sua seleção, a participação na atividade e o aparente envolvimento, positivo ou negativo, bem como um processo aleatório de seleção. Durante a aplicação da atividade de intervenção, verificamos, por observação, que alguns alunos se envolveram mais do que outros. Assim, consultando os registros das aulas e os apontamentos, foram convidados para a entrevista quatro alunos

de grupos que apresentaram bom nível de pesquisa e envolvimento, quatro alunos cujos grupos tiveram um desempenho abaixo do esperado, independentemente da turma à qual pertencia, e outros quatro alunos, que foram escolhidos de forma aleatória. Esse critério deveu-se ao fato de desejarmos conhecer quais os motivos que levaram ao maior ou menor grau de envolvimento dos alunos e, ainda, verificar se o maior envolvimento gerou aprendizagem significativa, ou mudanças de postura, frente às questões discutidas na atividade.

A primeira parte da entrevista buscou reconhecer pontos positivos e negativos da atividade, identificando o que mais marcou os alunos entrevistados e aquilo que foi mais ou menos interessante para eles. Analisando a resposta dos entrevistados ficou claro que a característica mais marcante da atividade foi a tomada de decisão. Oito alunos relacionaram, de alguma maneira, essa característica em suas respostas, sendo essa a questão mais viva em suas lembranças, isto é, a de terem de decidir sobre a instalação da usina termonuclear.

Dentre os pontos fracos da atividade, na opinião dos entrevistados, estava o pouco envolvimento das turmas. Os alunos que se mostraram motivados comentaram que nem todos prestavam atenção no que falavam, pois queriam que fosse uma audiência e que houvesse maior participação dos demais alunos.

A segunda questão abordada na entrevista foi relacionada aos conteúdos que os alunos lembravam e que foram abordados na atividade. Por meio da análise das respostas, procurou-se verificar os conteúdos que foram significativos para os alunos e aqueles que perduraram após a atividade. Ao serem questionados sobre o que aprenderam com a atividade, os alunos tiveram respostas diversas. A maioria mencionou sobre o enriquecimento de urânio, outros sobre a maneira das pessoas interferirem no processo de decisão, também surgiu a ideia de fissão nuclear e sobre a radiação nos seres vivos.

A terceira parte da entrevista questionava os alunos sobre suas atitudes e postura frente ao tema abordado na atividade da proposta de intervenção. A maioria dos alunos entrevistados disse não haver um interesse maior pelo tema, no entanto, afirmaram entender melhor o que é noticiado, por isso, acabam compreendendo melhor algumas situações que aparecem na mídia. Abaixo citamos as falas de alguns desses alunos:

E agora os Estados Unidos tão falando do Irã, quer dizer, a gente entende um pouco mais o que passa na TV, é igual ao negócio do enriquecimento do urânio, agora, quando fala sei do que tão falando. (Aluno 1)

Agora vejo toda a reportagem porque entendo mais, mas não acho que tenho mais interesse não. (Aluno 2)

Quando vejo TV mudou um pouco mesmo, por que já entendo algumas coisas, sei que as informações nem sempre são verdadeiras. Mas, não me sinto mais interessada por isso. (Aluno 3)

Percebemos, em alguns relatos, mudanças de postura frente a essas questões. No entanto, para alguns alunos, não houve mudança. Realmente, para esses, o assunto continua sem lhes dizer respeito. Um dos entrevistados afirmou não sentir interesse e nem viu nada na TV ou na mídia relacionado ao assunto. Afirmou também não se interessar sobre a implantação de usinas term nucleares, mesmo assim, quando questionado sobre uma usina mais próxima de sua residência, ele prontamente retrucou:

Se for perto da minha casa não quero, nem pensar, me mudo.

Concluimos que, mesmo para alunos que mostraram pouco interesse durante a atividade, houve contribuições com informações que podem ser fonte de necessidade de pesquisa futura.

A maioria dos alunos afirmou não sentir interesse por alguma questão polêmica recentemente. Apenas dois alunos afirmaram interesse pela questão da segurança em Natal e outro falou sobre o problema da água, porém, todos de forma generalizada. Um dos entrevistados falou sobre o vazamento de óleo no Golfo do México, questionando sobre a pouca participação dos ambientalistas.

Após a análise das entrevistas, constatamos que os alunos que, aparentemente, mostraram maior interesse pela atividade corresponderam satisfatoriamente, isto é, o envolvimento de fato aconteceu e houve aquisição tanto de conteúdos conceituais como atitudinais. O fato de alguns alunos tornarem-se protagonistas do conhecimento a ser compartilhado foi algo que também contribuiu, motivando-os e despertando mais interesse e envolvimento.

Quanto aos conteúdos conceituais, seis perguntas sobre a atividade foram elaboradas para a avaliação escrita formal das turmas pesquisadas. Cinco foram fechadas em forma de múltipla escolha,

três destas envolviam os conteúdos de Física: uma sobre as reações de fissão e fusão; uma sobre as radiações ionizantes; e outra sobre a relação massa-energia. As outras duas questões de múltipla escolha eram relativas a conteúdos complementares, abordados na atividade: uma a respeito do processo de enriquecimento de urânio; e outra sobre a tomada de decisão, citando argumentos que seriam utilizados como riscos ou benefícios associados à instalação das usinas. Uma sexta pergunta da avaliação foi proposta na forma de questão aberta e solicitava argumentos favoráveis e contrários à instalação de usinas termonucleares no Nordeste para a obtenção de energia elétrica. O nível de respostas foi considerado satisfatório, pois a maioria dos alunos respondeu acertadamente a questão. Entretanto, não é possível afirmar que esse nível de aprendizagem esteja relacionado com a atividade, com exceção às perguntas que envolveram a atividade diretamente. Mas, podemos perceber, por meio das entrevistas, que os conteúdos conceituais permanecerão e auxiliaram os alunos em sua compreensão sobre os assuntos abordados na mídia, dessa forma associando o mundo da escola e o seu cotidiano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência realizada foi muito significativa para nosso trabalho em sala de aula e só veio ratificar a necessidade de termos, no ensino de Física, o tratamento de questões relevantes para a sociedade, sejam elas locais, regionais ou globais. Vemos com mais clareza a necessidade de inserir, no ensino de Física, o mundo fora da escola, ou fazer com que a escola e a vida dos alunos estejam de fato entrelaçadas.

Entendemos também que o formato da intervenção deva ser melhorado, particularmente pela observação de que o envolvimento por parte de muitos dos alunos não aconteceu, pois ainda viam as atividades propostas como trabalho a ser realizado *para o professor*, para obterem nota. Ainda que tenha havido aqueles que tomaram o problema para si, e desta forma apropriaram-se dele realmente, é pertinente uma análise sobre que aspectos metodológicos poderiam ser modificados de modo a obter maior envolvimento dos alunos, em sua maioria. Uma revisão do referencial sobre atitudes pode ser pertinente, para que o aspecto motivacional seja mais instigado, junto ao cognitivo.

O principal objetivo deste trabalho foi promover uma mudança de postura em nossos alunos frente às questões sociais, relacionadas ao ensino da Física. Podemos afirmar que durante a aplicação da atividade nossas observações não foram muito animadoras com relação a esse propósito, alguns alunos envolveram-se na atividade, porém não eram maioria. Mesmo esse aparente envolvimento poderia ser algo presente, apenas, durante a atividade, entretanto, após a análise das entrevistas, os alunos que mostraram envolvimento, realmente, promoveram, em virtude da atividade, mudanças em sua percepção com questões relacionadas às usinas nucleares. Não há como verificar, com certeza, valores quantitativos do número de alunos que tenham promovido alguma mudança de postura em função da atividade, nem mesmo se seria duradoura, contudo, podemos ratificar a certeza de que é possível oferecer competências para tais mudanças no ensino da Física.

É óbvio que não houve grandes mudanças e também que não atingiram a maioria dos alunos, mesmo assim, as mudanças sensíveis percebidas nos entrevistados evidenciam a importância da pesquisa e de propostas de intervenção que tenham a intenção de oferecer mais que aprendizagem de conteúdos dentro da escola de Ensino Médio.

Outros objetivos também acompanharam esta pesquisa, dentre eles a inserção de conteúdos relacionados à Física Moderna e Contemporânea. Faz-se pertinente afirmarmos que os conteúdos relacionados à Física Nuclear foram aplicados e contextualizados, conforme a proposta de intervenção. O fato de possibilitar a discussão de questões atuais foi fundamental para esta pesquisa e, dessa forma, podemos afirmar que se deu uma união, no mínimo, interessante entre o enfoque CTS e a Física Nuclear, convergindo para um tema controverso.

Os resultados mostraram que o ensino da Física Nuclear, na cidade de Natal, ainda está muito longe da grande maioria das escolas de nossa cidade, entretanto, essa não é uma característica apenas da nossa região. É preciso que mais propostas de intervenção nesse sentido ocorram para que os professores possam ter mais apoio pedagógico e experiências que contribuam para essa prática.

Ainda com relação ao ensino da Física Nuclear, vemos com alguma preocupação o fato de que, ao compararmos os trabalhos apresentados em encontros de pesquisa, em periódicos e em teses e

dissertações apresentam-se como minoria as propostas de intervenção, a maior parte das pesquisas são de âmbito teórico ou aplicadas em formação de professores. Não discutimos a importância de tais ações, no entanto, queremos alimentar a discussão sobre o porquê das pesquisas estarem longe das salas de aula.

No decorrer da atividade presente na proposta de intervenção, foi notada uma evolução em alguns alunos com relação à argumentação, à dificuldade de se expor, aos problemas de sintetizar raciocínio em palavras e em utilizar informações para embasar argumentos. Tais exercícios são fundamentais para a aquisição de competências que farão parte de toda a vida, não apenas da vida acadêmica dos alunos, mas sim de sua cidadania. Essa preocupação com cidadãos mais ativos e responsáveis socialmente sempre esteve presente na proposta e, mais que isso, a nossa inquietação em como perceber resultados nesse aspecto.

Esperamos que nossa experiência contribua para outros pesquisadores e professores que tenham interesse em implementar propostas de intervenção no sentido de contribuir para a aquisição de competências visando às posturas participativas dos alunos e também contribuindo para uma maior responsabilidade social. Temos a certeza de que nenhum caso terá tanto efeito como teve sobre a nossa própria prática pedagógica e que cada vez mais educadores possam ter a mesma oportunidade que tivemos.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ ALONSO, A. e MASSANERO, M. A. (2003) – Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias. Sala de Leitura CTS+1 da OEI. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo250.htm>> Acesso em 10 Set. 2008.

AIKENHEAD, G.S. (1994) – What is STS Science Teaching? In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. STS Education: International Perspectives on Reform. New York: Teachers College Press, p.47-59.

BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade e o Contexto da Educação Tecnológica. Ed. UFSC, Florianópolis, 1998. p. 319.

BRASIL, PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em: 25 ago. 2007.

_____, OCN Ensino Médio: Orientações Curriculares Nacionais – Ciências Naturais, Matemática e suas Tecnologias. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em: 25 ago. 2007.

_____, Plano Nacional de Energia 2030, caderno temático 07, Geração Termonuclear. Disponível em: < <http://www.epe.gov.br/PNE/Forms/Empreendimento.aspx>> Acesso: fev. 2009.

KOLSTØ, S. D.; Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversal Socioscientific Issues. Revista: Science Education, vol. 85, nº 3, p.291-313, abr. 2001.

MILLAR, Robin. Um currículo de Ciências voltado para a compreensão por todos. Revista Ensaio. Vol.5, n.2, p.73-91. 2003.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A.; Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa Física Moderna e Contemporânea no ensino médio. Disponível em: < http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n1/v5_n1_a2.htm>. Acesso em: 15 nov. 2007.

POZO, J. I. e GÓMEZ CRESPO, M. A., Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Ediciones Morata, 1998.

RATCLIFFE, M.; Discussing Socio-Scientific Issues in Science Lessons: Pupil's Actions and the Teacher's Role. Disponível em < http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/19/d6/35.pdf >. Acesso em Set. 2009.

SADLER, T. D. e FOWLER, S. R. - A Threshold Model of Content Knowledge Transfer for Socioscientific Argumentation. Science Education, Vol. 90, nº6, p986-1004, Nov 2006.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. Revista: Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 2, nº. 2, p. 133-162, dez. 2002.

_____; Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências; Revista Ciência e Educação, vol. 7, nº1, p.95-111, 2001.

_____ ; Abordagem de Aspectos Sociocientíficos em aulas de Ciências: possibilidades e limitações. Revista: Investigação em Ensino de Ciências, vol.14, nº 2, p. 191-218, 2009.

SHOEWERS, D. E. The Effect of Persuasion on Nuclear Attitudes of Secondary School Students. Journal of Research in Science Teaching, v32, n1, p.29-43, Jan. 1995. Disponível em < <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/recordDetail?accno=EJ498251>>. Acesso em Ago 2009.

VÁZQUEZ ALONSO, A. e MASSANERO, M. A. – Actitudes Relacionadas con La Ciencia: Uma Revisión Conceptual. Revista: Enseñanza de las Ciencias, vol. 13, nº 3, 1995.

UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO DE TRIGONOMETRIA NUMA ABORDAGEM HISTÓRICA

BERNADETE BARBOSA MOREY⁹

SEVERINO CARLOS GOMES¹⁰

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a consolidação da Educação Matemática como campo científico trouxe à tona inúmeras discussões sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática. Algumas dessas discussões nos levam a refletir, por um lado, sobre os entraves de muitos alunos com a aprendizagem em Matemática e, por outro, na formação do professor, pois os conteúdos matemáticos devem ser bem compreendidos para que possam ser bem ensinados.

Uma das alternativas consideradas atualmente é o ensino de Matemática através da abordagem histórica. São muitos os pesquisadores em Educação Matemática que apoiam a História da Matemática como fonte importante na formação do estudante, em qualquer nível de ensino.

Sobre essa importância, Ferreira (2001, p. 15) argumenta que a História da Matemática “[...] dá ao aluno a noção exata desta ciência, como uma ciência em construção, com erros e acertos e sem verdades universais.” Ou seja, através da História, o estudante passa a conhecer a

⁹ Possui graduação e mestrado em Matemática pela Universidade Amizade dos Povos (UAP), Rússia. O doutorado em Educação Matemática (1987-1992) também foi feito na mesma Universidade. Atualmente é chefe e professora do Departamento de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Atua na área de Educação Matemática com ênfase em História da Matemática, Etnomatemática, História e Ensino de Trigonometria e Formação de Professores de Matemática. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

¹⁰ Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática; Especialista em Educação de Jovens e Adultos; Aperfeiçoamento em Ensino de Matemática para o 2º grau pela UFRN/CEFET; Licenciado em Matemática pela UFRN

Matemática como um saber que tem significado dentro de um contexto e que foi, e está sendo, construído pela necessidade de cada época.

Porém, mesmo admitindo que a História da Matemática traga benefícios para o ensino, duas questões são motivo de discussões entre os educadores matemáticos. A primeira delas diz respeito a como está sendo a preparação dos professores de Matemática para a utilização dessa abordagem; e a segunda se refere às estratégias de ensino pertinentes e como devem ser aplicadas.

Estas duas questões nos remetem a como está se dando a formação e a qualificação de profissionais de ensino, principalmente na área de Ciências Naturais e Matemática. Com este foco, surgiram no Brasil, na década passada, os cursos de mestrado profissional em ensino. Com proposta diferente dos cursos de mestrado acadêmico¹¹, o mestrado profissional em ensino

[...] deverá ter caráter de preparação profissional na área docente, focalizando o ensino, a aprendizagem, o currículo, a avaliação e o sistema escolar. Deverá, também, estar sempre voltado explicitamente para a evolução do sistema de ensino, seja pela ação direta em sala de aula, seja pela contribuição na solução de problemas dos sistemas educativos, nos níveis fundamental e médio. (OSTERMANN; REZENDE, 2009, p. 69).

Ou seja, os cursos de mestrado profissional em ensino focam no desenvolvimento de produtos de natureza educacional. O material produzido nestes cursos não deve visar somente à melhoria do ensino de determinados conteúdos, mas propor reflexões sobre problemas educacionais¹² enfrentados pelo professor. Além disso, deve-se considerar a qualidade do material produzido e sua divulgação não somente nos espaços acadêmicos. Isso é fundamental para que ele seja amplamente utilizado por outros profissionais da área específica.

Aliada às discussões e reflexões propiciadas pelas publicações referentes ao ensino e à aprendizagem de Matemática e, também, pela criação dos cursos de mestrado profissional em ensino, soma-se

¹¹ Os cursos de mestrado acadêmico têm foco na formação de pesquisadores a longo prazo enquanto os cursos de mestrado profissional qualificam para o mercado de trabalho. (OSTERMANN; REZENDE, 2009).

¹² Entendemos como problemas educacionais assuntos referentes à formação continuada do professor, escolha adequada de estratégias de ensino, reflexões sobre o currículo e sobre o livro didático.

nossa experiência como professor de Matemática do Ensino Médio, há quase duas décadas, em escolas públicas e particulares desta cidade. Com isso, acreditamos contribuir nas discussões sobre a temática do ensino de Matemática, apresentando um caderno de atividades para o ensino de trigonometria numa abordagem histórica.

A opção pela trigonometria como objeto de estudo se deu por percebemos, no decorrer desse período como professor, que nossos alunos apresentam dificuldades em interpretar enunciados de problemas, em aplicar conceitos básicos de geometria e trigonometria e em trabalhar com determinadas técnicas algébricas essenciais à formação de alguns conceitos trigonométricos.

Esses fatos nos remetem a uma preocupação constante enquanto educador matemático: o ensino e a aprendizagem de trigonometria não são os desejados. Brito e Morey (2004, p. 11) apontam a gravidade do problema em estudo realizado com cinquenta professores da rede de ensino de nosso Estado. Elas afirmam que os professores, “na maior parte das vezes, tiveram em seus cursos de graduação pouca ênfase no ensino de geometria e praticamente nenhuma no de trigonometria.”

Ainda nesse contexto, a temática se faz pertinente por apresentar inquietação não somente desse educador: “o que vem ocorrendo com o ensino de trigonometria que não resulta em aprendizagem, por parte dos alunos?” (NACARATO; BREDARIOL; PASSOS, 2007, p. 65). A resposta para essa questão buscamos nos estudos de Educação Matemática que utilizam a História da Matemática como abordagem de ensino. Nossa opção pela abordagem histórica tem base na ideia de que

A perspectiva histórica nos aproxima da matemática como ciência humana, não-endeuzada, às vezes penosamente rastejante e, em ocasiões falíveis, porém, capaz também de corrigir seus erros. Nos aproxima das interessantes personalidades dos homens, que têm ajudado a impulsioná-la ao longo de muitos séculos, por motivações muito distintas. (VALDÉS, 2006, p. 16).

Também, nas orientações curriculares para o ensino médio, pois

Ao final do ensino médio, espera-se que os alunos percebam a Matemática como um conhecimento social e historicamente construído; saibam apreciar a importância da Matemática no desenvolvimento científico e tecnológico. (BRASIL, 2006, p. 69).

Por tudo isso, esperamos contribuir para que professores (e estudantes) possam construir seus referenciais matemáticos sem constrangimento, enfrentando o receio de errar ou de não saber resolver certos problemas de forma natural, humana, e como etapa necessária para o seu desenvolvimento intelectual e profissional.

REFERENCIAL TEÓRICO

Apesar de não ser consenso entre os educadores matemáticos, o estudo sobre a utilização da História da Matemática com fins pedagógicos vem se ampliando. Baroni e Nobre (1999, p. 135) afirmam que esse estudo “ainda não possui fundamentações sólidas que possam se constituir em parâmetros claros de atuação.”

Porém, argumentos apresentados por Mendes (2001a), Fasanelli (2002), Baroni, Teixeira e Nobre (2004) e Miguel e Miorim (2005) preconizam que a utilização da História da Matemática no ensino contribui para a contextualização dos conteúdos matemáticos, na desmistificação da Matemática e na compreensão do processo dinâmico da construção do conhecimento matemático ao longo dos tempos.

Para esses pesquisadores, quando a História da Matemática apresenta as características citadas, ela é uma grande aliada no ensino e aprendizagem, pois

Em diversas situações, tendo a matemática como um recurso, pode se esclarecer ideias matemáticas que estão sendo construídas por estudantes, especialmente para dar respostas a algumas perguntas e, desta forma, contribuir para a constituição de um olhar crítico sobre os objetos do conhecimento. (FASANELLI, 2002, p. 4, tradução nossa).

Nessa perspectiva, a História da Matemática pode transformar (ou não) uma situação de ensino tradicional¹³, independente do nível de ensino, em um processo exploratório contextualizado. Nesse processo, professor e estudante participam ativamente, analisando e discutindo a formação do conhecimento no passado atrelada ao desenvolvimento intelectual no presente.

¹³ Na perspectiva da condução da aula pelo professor na qual ele é o detentor do saber e os alunos, meros expectadores reproduzindo técnicas mostradas para resolver exercícios similares aos apresentados.

Embasados nos pressupostos citados, assim como em Fasaneli (2002), acreditamos que a forma como a História da Matemática pode ser usada em sala de aula deve variar de acordo com o nível de ensino, pois os estudantes, nas diversas faixas etárias, têm necessidades e possibilidades diferentes.

A esse respeito, podemos ressaltar que, na formação ou no aperfeiçoamento de professores de Matemática, a História pode contribuir no desenvolvimento de hábitos de leitura, tão negligenciados nos nossos cursos de formação. Já no ensino básico, a investigação da evolução matemática dentro de contextos socioculturais pode conduzir à constatação de que todas as culturas humanas têm dado origem a desenvolvimentos matemáticos que estão agora à disposição de todos.

Porém, como mencionado anteriormente, a utilização da História da Matemática com fins pedagógicos não é consenso entre educadores matemáticos. Baroni e Nobre (1999, p. 130) argumentam que se deve ter cautela em propor a utilização da História da Matemática em sala de aula. Para eles, a História da Matemática “é uma área do conhecimento matemático, um campo de investigação científica, por isso é ingênuo considerá-la como um simples instrumento metodológico”.

Neste aspecto, antes de propor a utilização da História da Matemática com fins pedagógicos, devemos considerar que

A história pode se tornar um dificultador para a compreensão dos conceitos; uma visão distorcida do passado pode impossibilitar uma contextualização eficaz da matemática; a aversão que algum aluno possa ter à História implicaria uma aversão à História da Matemática e, conseqüentemente, à Matemática; o estudo do passado é perda de tempo, dado que os avanços da Matemática ocorrem exatamente para resolver problemas complicados; outros fatores de ordem prática tais como: falta de tempo para cumprir o programa; falta de recursos materiais; falta de experiência do professor; dificuldade de avaliação. (BARONI; TEIXEIRA; NOBRE, 2004, p. 167-168).

Ou seja, a reflexão sobre a inserção da História da Matemática nos campos do ensino e da aprendizagem dos conteúdos matemáticos somente vem estreitar e fortalecer suas relações com a Educação Matemática, abrindo diversas possibilidades de estudos e pesquisas nessa temática.

Para aqueles que defendem a História da Matemática como motivadora de aprendizagem, há de se considerar que não basta pensarmos nela como uma simples motivadora nas aulas. “Sua amplitude extrapola o campo da motivação e engloba elementos cujas naturezas estão voltadas a uma interligação entre o conteúdo e sua atividade educacional.” (BARONI; NOBRE, 1999, p. 132).

Em nosso entendimento, o domínio da história do conteúdo que o professor de Matemática trabalha em sala de aula é fundamental para fortalecer essa interligação. No entanto, a maioria dos professores das escolas necessita de apoio para introduzir em sua sala de aula uma nova abordagem. Este é o caso da introdução da História da Matemática no processo de ensino, como podemos ler no artigo de autoria de Siu (2004/2007).

Neste artigo, Siu mostra que, de acordo com dados obtidos num estudo com 360 professores de 41 escolas, os professores consideram importante o uso da História da Matemática na sala de aula, porém, estes mesmos professores declaram que eles não lançam mão deste recurso. Siu, neste mesmo artigo, nos fornece dados obtidos de 608 respondentes, todos eles professores de matemática em formação ou em formação continuada que apontam pelo menos 15 razões para eles não usarem a História da Matemática em suas aulas. Algumas destas razões apontadas gozam de mais unanimidade e, já outras, de menos. Aqui iremos focalizar apenas duas delas:

1. Falta de material adequado (citado por 64.47% dos respondentes).
2. Falta de formação adequada (citado por 82.89% dos respondentes).

Independente dessas discussões, acreditamos que o conhecimento de um pouco da História da Matemática é indispensável na formação de qualquer educador matemático em qualquer nível de ensino. Somente assim nós, e nossos alunos, poderíamos caminhar rumo a uma visão da Matemática pautada em dois aspectos fundamentais: por um lado, um sistema coerente e, por outro, uma criação da humanidade, cujas ideias estão sempre mudando e sendo redefinidas.

Após analisarmos aspectos favoráveis e desfavoráveis sobre o uso da História da Matemática com fins pedagógicos, optamos pela utilização da história da trigonometria como foco de estudo. Ou seja,

nosso estudo tem o propósito de construir uma sequência de atividades tendo a história da trigonometria como abordagem de ensino.

Para uma adequada contextualização dos aspectos históricos envolvidos nessa construção, nos orientamos nas ideias de diversos pesquisadores. A saber, de Kennedy (1992), Aaboe (2002), Maor (1998) e Brummelen (2009) retiramos uma visão geral da história da trigonometria. De Morey (2001; 2003), Morey e Mendes (2005), Morey e Faria (2009) e Mendes e Rocha (2009) coletamos informações sobre fundamentos da trigonometria como campo científico. Dentre estas informações, estão a importância da astronomia mesopotâmica e grega, a construção da tabela de cordas de Ptolomeu, as contribuições de indianos e árabes no desenvolvimento da trigonometria, a construção das primeiras tabelas trigonométricas e a sistematização da trigonometria utilizada nos dias atuais.

Além do referencial da História da Matemática, das diversas publicações envolvendo o ensino de trigonometria, detivemos nossa atenção em Mendes (2001b), Nascimento (2005) e Sampaio (2008) por apresentarem propostas de ensino de trigonometria sob o aspecto histórico. Na **figura 1**, mostramos uma síntese com as principais relações entre os trabalhos de destes autores e algumas peculiaridades de cada estudo.

Assim, nosso caderno de atividades vem complementar os estudos de Sampaio (2008), Mendes (2001b) e Nascimento (2005) no tocante à dualidade ensino e aprendizagem. Enquanto os estudos desses autores focam os estudantes do ensino médio, direcionamos nosso estudo para os professores de Matemática.

Com relação aos conteúdos, em nossa sequência a geometria é disposta como básica para a trigonometria. As questões geométricas e trigonométricas são interligadas através da contextualização histórica. Em alguns casos, essa contextualização faz parte das atividades discutidas ou propostas. Em outros, através de informações históricas a parte.

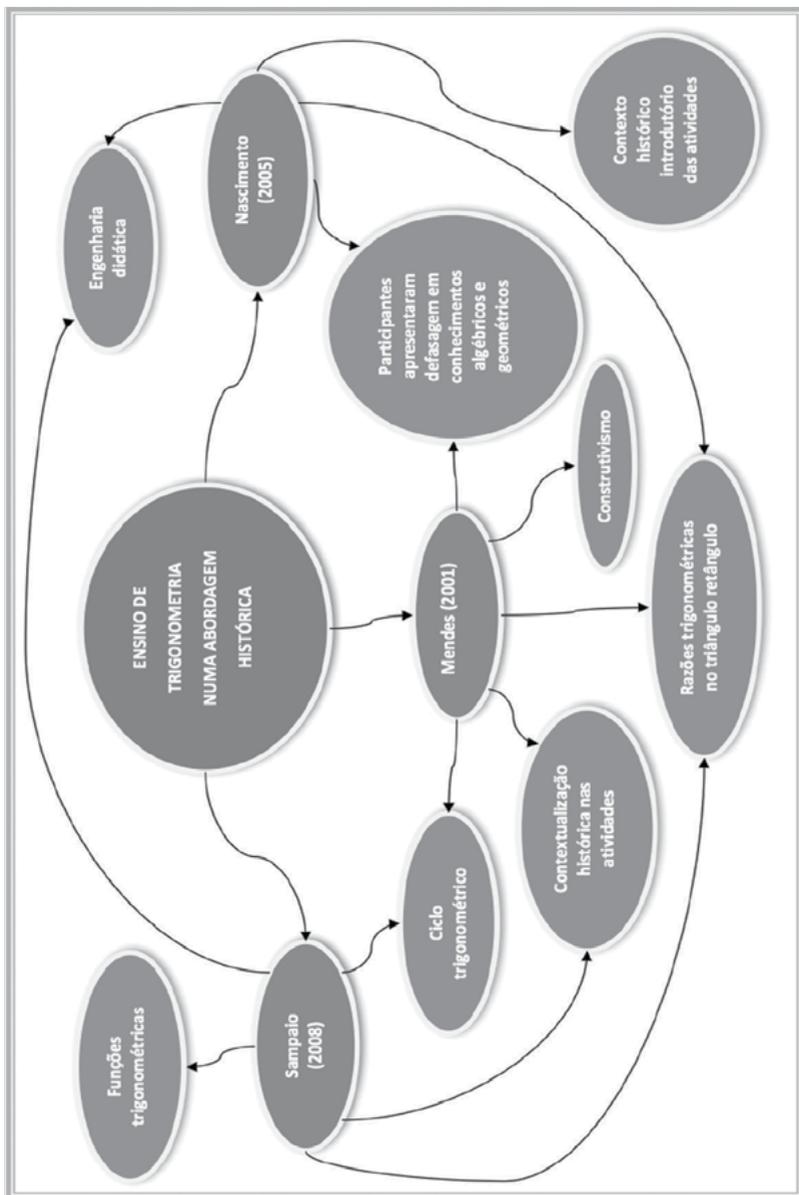


Figura 1: Diagrama com as relações entre os trabalhos citados envolvendo abordagem histórica no ensino de trigonometria.

A METODOLOGIA UTILIZADA NO TRABALHO

De posse de alguns livros, artigos, dissertações e tese envolvendo o ensino e a aprendizagem de trigonometria, em especial aqueles envolvendo o ensino de trigonometria numa abordagem histórica, construímos, inicialmente, uma sequência de atividades aliando conceitos geométricos fundamentais¹⁴ ao estudo da trigonometria.

As atividades elementares se basearam no estudo de Brito e Morey (2004) sobre dificuldades encontradas pelos professores de Matemática da rede de ensino público do Rio Grande do Norte. Nesse estudo, as autoras ressaltam a importância do ensino de geometria e de trigonometria para a formação dos estudantes, e afirmam que esses professores atuantes no ensino básico, na maior parte das vezes, tiveram em seus cursos de graduação pouca ênfase no ensino de geometria e praticamente nenhuma no de trigonometria.

A experimentação se deu em cursos de curta duração, como estudos pilotos, destinados a professores de Matemática em exercício ou em formação. Gradativamente, aprimoramos a sequência de atividades a partir dos retornos obtidos nesses encontros. A **figura 2** mostra os eventos no qual os cursos foram introduzidos.

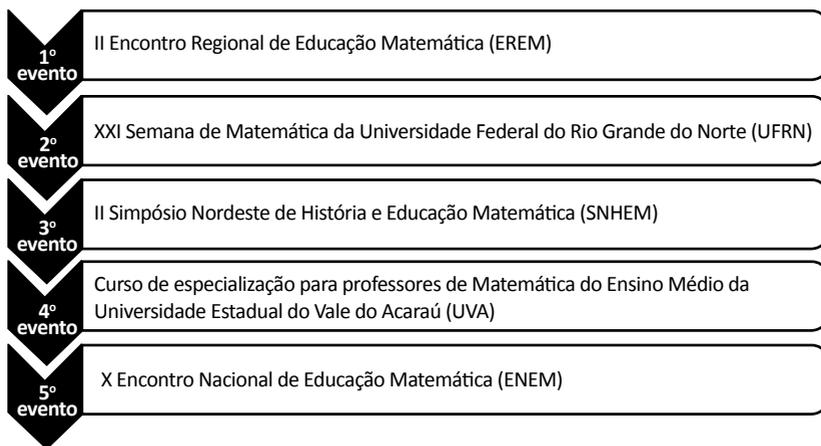


Figura 2: Eventos de experimentação da sequência de atividades.

¹⁴ Consideramos conceitos e propriedades das retas, dos ângulos, dos polígonos e da circunferência.

Esses estudos pilotos propiciaram uma característica de construção coletiva através do diálogo entre todos os professores participantes dos cursos, ministrante ou não. Esse diálogo, a reflexão, o novo planejamento (adaptação ou reconstrução das atividades) e a experimentação no curso seguinte caracterizam a metodologia denominada de pesquisa-ação colaborativa (cooperativa). Identificamos esse instrumento metodológico em nosso trabalho por crermos que ele

[...] trabalha ao mesmo tempo na pesquisa e no desenvolvimento relacionados à produção do conhecimento e sua utilização. Reconhece-se e utiliza-se o processo como uma estratégia de intervenção para o desenvolvimento profissional enquanto se realiza uma rigorosa e útil investigação. (ESTEBAN, 2010, p. 180).

Ou seja, a pesquisa-ação colaborativa tem como fim o desenvolvimento profissional docente, levando em conta a produção do conhecimento didático/pedagógico e sua aplicabilidade no ambiente escolar.

Além do mais, considerando a especificidade da profissão docente em buscar alternativas teórico-metodológicas para o seu fazer pedagógico, a pesquisa-ação proporciona “as condições de formação de um professor autônomo que busca no conhecimento qualificado as possibilidades para renovar e inovar em sua prática educativa.” (FRANCO; LISITA, 2008, p. 42).

Portanto, a adoção da pesquisa-ação como instrumento de prática metodológica em nosso estudo coincidiu com nossa prática enquanto educador. Essa prática educativa tem raízes na construção coletiva, na tolerância às opiniões divergentes, na dinâmica e no funcionamento dos trabalhos em pequenos grupos. Ou seja, o ensino deve ser pautado em relações democráticas para ser realmente um agente de mudança.

O PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional gerado pelo nosso trabalho (GOMES, 2011) é um caderno de atividades para o ensino de trigonometria numa abordagem histórica. Esse caderno consiste numa sequência de ensino para professores de matemática do ensino básico. O diferencial de nosso trabalho está em lançar mão do recurso histórico

à medida que exploramos conceitos geométricos e trigonométricos necessários para o ensino de trigonometria plana básica. A figura 3 apresenta uma síntese dos principais pontos de cada atividade.

ATIVIDADE	TÍTULO	OBJETIVOS	ASSUNTOS ABORDADOS
1ª	Explorando polígonos regulares inscritos na circunferência	Relembrar conceitos, elementos e propriedades dos polígonos regulares inscritos em uma circunferência.	Circunferência e polígonos regulares.
2ª	Calculando os comprimentos de algumas cordas	Investigar relação entre as medidas do ângulo central e do lado de polígonos inscritos em uma circunferência. Ainda, determinar o comprimento de algumas cordas.	Circunferência, polígonos regulares, teorema de Pitágoras, triângulos isósceles e equilátero.
3ª	A transformação da corda em seno	Calcular o seno de um ângulo através do valor da meia-corda.	Triângulos, mediatriz de um segmento e seno.
4ª	O radiano como unidade de medida angular	Conceituar o radiano como unidade de medida e compará-lo com o grau.	Circunferência, triângulos isósceles e equilátero e unidades de medidas de arcos.
5ª	O seno na circunferência unitária	Conceituar o seno na circunferência trigonométrica e estabelecer propriedades do seno através do seu gráfico.	Circunferência, projeções ortogonais e seno.

Figura 3: Quadro resumo das atividades

Para melhor compreensão dos aspectos explorados, apresentamos, a seguir, uma atividade extraída do caderno em questão, como exemplo do que venha a ser a fusão entre História da Matemática, conteúdo matemático escolar e mestrado profissional.

ATIVIDADE 2: CALCULANDO OS COMPRIMENTOS DE ALGUMAS CORDAS.

Pense um pouco sobre a seguinte questão: é possível calcular, numa circunferência de raio R , o comprimento de uma corda de um ângulo central de medida q ?

Por exemplo, numa circunferência de raio 2, qual seria o comprimento da corda de um ângulo central que mede 90° ?

Vamos calcular a medida da corda de 90° com auxílio da figura 8:

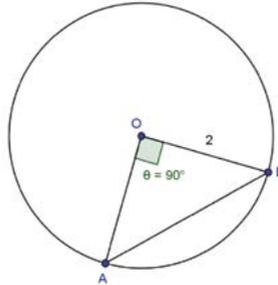


Figura 8: corda de 90° .

A corda de 90° é o segmento AB. OA e OB ambos são raios e medem 2. O ângulo central $A\hat{O}B$ mede 90° . Aplicamos o Teorema de Pitágoras:

$$AB = \sqrt{2^2 + 2^2} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2} .$$

Isto quer dizer que a corda de um ângulo central de medida 90° numa circunferência de raio 2 tem comprimento $2\sqrt{2}$.

Agora responda a seguinte questão: se o raio da circunferência da figura 8 for R, qual será o comprimento da corda, em função de R, de um ângulo central que mede 90° ?

Dando continuidade ao cálculo do comprimento de algumas cordas, resolva os seguintes desafios:

Desafio 1 – Determine o comprimento da corda de 180° em função do raio da circunferência.

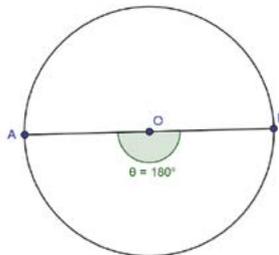


Figura 9: corda de 180° .

Desafio 2 – Determine o comprimento da corda de 60° em função do raio da circunferência.

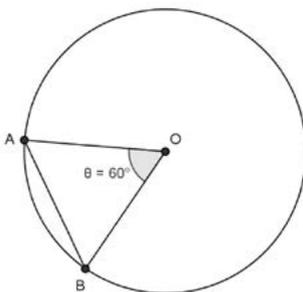


Figura 10: corda de 60° .

Agora pense sobre como você calcularia o comprimento da corda de 120° . Para auxiliá-lo observe a figura 11.

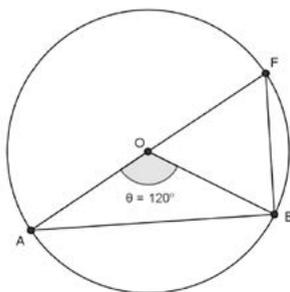


Figura 11: corda de 120° .

Vamos discutir sobre como calcular o comprimento da corda de 120° . Acompanhe, com auxílio da figura 11, os seguintes procedimentos:

- O ângulo \widehat{BOF} mede 60° , pois é o suplemento de 120° .
- O triângulo BOF é isóscele, pois OF e OB são raios da circunferência.
- Os ângulos \widehat{OBF} e \widehat{OFB} são congruentes.
- O triângulo BOF é equilátero.
- O segmento FB tem a mesma medida do raio da circunferência.

- O triângulo ABF é retângulo, pois AF é diâmetro da circunferência.
- Pelo Teorema de Pitágoras:

$$AB = \sqrt{(2R)^2 - R^2} = \sqrt{3R^2} = R\sqrt{3}.$$

Isto significa que a corda de um ângulo central de medida 120° numa circunferência de raio R tem comprimento $R\sqrt{3}$.

Para expandir seus conhecimentos, responda a seguinte questão: além dos procedimentos aqui apresentados para o cálculo do comprimento da corda de 120° , pode-se determiná-lo por outros meios algébricos e geométricos. Quais seriam os procedimentos para esse tal fim?

Para finalizar essa etapa do cálculo de algumas cordas tente resolver o seguinte desafio:

Desafio 3 - Determine o comprimento da corda de 72° em função do raio da circunferência.

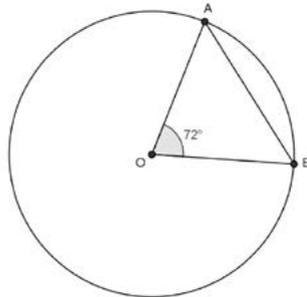


Figura 12: corda de 72° .

Caso você não tenha conseguido resolver a questão proposta no desafio 3, não desanime. Ela pode ser uma tarefa bem difícil. O cálculo do comprimento da corda de 72° exige maturidade em alguns procedimentos relativos às construções geométricas e, em especial, na construção do pentágono regular inscrito numa circunferência.

Para auxiliar na tarefa de calcular a corda de 72° , observe a figura 13.

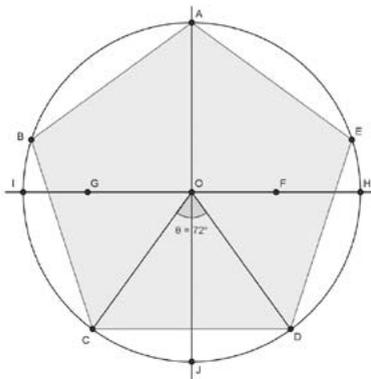


Figura 13: pentágono regular inscrito na circunferência.

Nela, F é o ponto médio do segmento OH, os segmentos AF e FG são congruentes e os segmentos AG e AB também são congruentes. Esses dados fazem parte dos procedimentos geométricos para construção do pentágono regular inscrito numa circunferência e são determinantes no cálculo da corda de 72° .

Dando prosseguimento ao nosso trabalho, retomemos a questão inicial dessa atividade: é possível calcular, numa circunferência de raio R, o comprimento de uma corda de um ângulo central de medida θ ?

No decorrer dessa atividade percebemos que sim, pelo menos para algumas cordas. Aproveitando o momento, complete a tabela 2 com os comprimentos das cordas dos respectivos ângulos centrais, em função do raio da circunferência, calculados anteriormente.

θ	crd θ
90°	
180°	
60°	
120°	
72°	

Tabela 2: comprimento de algumas cordas

LEGENDA:

θ : ângulo central;

crd θ : corda subtendida pelo ângulo θ .

R: raio da circunferência.

Conforme a tabela 2, a associação de valores numéricos (ou aproximações) às cordas de uma circunferência é possível. Essa tabulação – função corda – era um instrumento básico para os estudos astronômicos da Antiguidade.

AS PRIMEIRAS TABELAS DE CORDAS

Há mais de dois mil anos, os gregos buscavam resolver problemas ligados à astronomia utilizando métodos geométricos. A trigonometria não tinha surgido ainda e a primeira tabela de cordas de que se tem notícia (embora a própria tabela não tenha chegado até nós) foi elaborada no séc. II a.C. por Hiparco de Nicéia. (BOYER, 1996).

Com base na tabela de Hiparco, o astrônomo Claudio Ptolomeu, que viveu e trabalhou em Alexandria (Egito) no séc. II d.C., elaborou uma tabela de cordas mais minuciosa do que a de Hiparco. A tabela de Ptolomeu foi elaborada para ser parte integrante do *Almagesto*¹⁵, tratado que foi usado como manual de astronomia até o advento da teoria heliocêntrica.

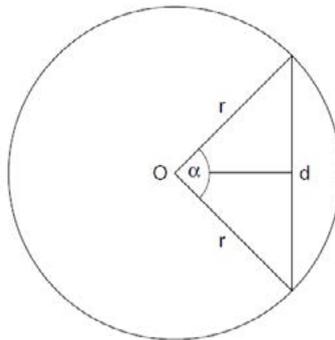


Figura 14: corda de um círculo.

Fonte: Maor (1998, p. 26).

¹⁵ O *Almagesto* (*Syntaxismathematica*) é um tratado de astronomia. Descreve os céus, isto é, o movimento dos astros Sol, Lua, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno sobre o fundo das estrelas visíveis a olho nu. O ponto de vista do *Almagesto* é geocêntrico e ele foi usado como livro texto de astronomia por muitos séculos até que a visão heliocêntrica sobrepujou a visão geocêntrica. (MOREY; FARIA, 2009)

Na construção dessa tabela, Ptolomeu tomou uma circunferência e relacionou cada ângulo central ao comprimento da corda deste mesmo ângulo. Utilizou o raio da circunferência valendo 60 unidades e, utilizando geometria euclidiana, calculou os comprimentos das cordas para arcos (ou ângulos centrais) de 0° a 180°, variando de meio em meio grau. A figura 14 retrata a corda subtendendo um ângulo central em uma circunferência.

Ptolomeu construiu sua tabela de cordas utilizando o sistema de numeração sexagesimal babilônico, pois o sistema de base 60, naquele momento, era adequado ao tratamento das frações¹⁶.

Κανόνιον τῶν ἐν κύκλῳ εὐθειῶν			Table of Chords		
περιφ. ρειῶν	εὐθειῶν	ἔξηκοστῶν	arcs	chords	sixtieths
ζ'	σ λα κε	α β ν	1/2°	0;31,25	0;1,2,50
αζ'	α β ν	α β ν	1°	1;2,50	0;1,2,50
βζ'	α λδ ιέ	α β ν	1 1/2°	1;34,15	0;1,2,50
γζ'	β ε μ δ	α β ν	2°	2;5,40	0;1,2,50
δζ'	β λς δ	α β ν	2 1/2°	2;37,4	0;1,2,48
εζ'	γ η κη	α β ν	3°	3;8,28	0;1,2,48
ςζ'	γ λθ νθ	α β ν	3 1/2°	3;39,52	0;1,2,48
ζζ'	δ ια ις	α β ν	4°	4;11,16	0;1,2,47
ηζ'	δ κβ μ	α β ν	4 1/2°	4;42,40	0;1,2,47
θζ'	ε ιδ ςς	α β ν	5°	5;14,4	0;1,2,46
ιζ'	ε με κζ	α β ν	5 1/2°	5;45,27	0;1,2,45
κζ'	ς ις μθ	α β ν	6°	6;16,49	0;1,2,44
λζ'	ς κη ια	α β ν	6 1/2°	6;48,11	0;1,2,43
μζ'	ιθ ιβ λχ	α β ν	7°	7;19,33	0;1,2,42
νζ'	ι ν	α β ν	7 1/2°	7;50,54	0;1,2,41
...
ροδζ'	ριθ να μγ	α β νγ	174 1/2°	119;51,43	0;0,2,53
ροεζ'	ριθ νχ ι	α β λς	175°	119;53,10	0;0,2,36
ροεζ'	ριθ νδ κς	α β κ	175 1/2°	119;54,27	0;0,2,20
ροςζ'	ριθ νε λη	α β ς	176°	119;55,38	0;0,2,3
ροςζ'	ριθ νς λθ	α β μς	176 1/2°	119;56,39	0;0,1,47
ροςζ'	ριθ νς λβ	α β λ	177°	119;57,32	0;0,1,30
ροςζ'	ριθ νη ιη	α β ιδ	177 1/2°	119;58,18	0;0,1,14
ροηζ'	ριθ νη ιε	α β νς	178°	119;58,55	0;0,0,57
ροηζ'	ριθ νθ κδ	α β μα	178 1/2°	119;59,24	0;0,0,41
ροθζ'	ριθ νθ μδ	α β κε	179°	119;59,44	0;0,0,25
ροθζ'	ριθ νθ νς	α β ςθ	179 1/2°	119;59,56	0;0,0,9
ροπζ'	ρικ ο δ	α β ςθ	180°	120;0,0	0;0,0,0

Figura 15: parte da tabela de cordas do *Almagesto*.

Fonte: Maor (1998, p. 27).

16 O sistema decimal ainda não era conhecido na época de Ptolomeu.

Vamos ler a quarta linha da tabela de cordas. O comprimento da corda de 2° está escrito na forma $2; 5, 40$, em notação sexagesimal. No sistema decimal esse número é representado por $2 + \frac{5}{60} + \frac{40}{60^2}$ aproximadamente, 2,09444. A coluna denominada de *sixtieths* (sessenta avos de grau) é utilizada para interpolações, ou seja, para determinar, por aproximação, a corda de um ângulo (arco) entre dois valores consecutivos da coluna de arcos.

Ptolomeu calculou comprimentos de corda inscrevendo polígonos regulares de 3, 4, 5, 6 e 10 lados num círculo. Isso lhe possibilitou encontrar a corda subtendida por ângulos de 36° , 60° , 72° , 90° e 120° . Usando a geometria da época, descobriu então, um método para encontrar a corda subtendida pela metade do arco de uma corda conhecida. Desenvolveu técnicas geométricas que juntamente com técnicas de interpolação, permitiu-lhe calcular cordas com um bom grau de precisão (BRUMMELEN, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação da sequência de atividades, na forma como apresentada em Gomes (2011), deu-se em um curso para professores de Matemática promovido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Participaram do curso quinze professores, sendo seis deles ainda em formação em cursos de licenciatura.

O curso foi dividido em duas partes. A primeira com dez horas dedicadas à discussão de conceitos básicos da geometria, familiarização com construções geométricas utilizando régua e compasso e utilização do software GeoGebra¹⁷ como ferramenta auxiliar a esses estudos geométricos. A segunda parte, com vinte horas de duração, foi dedicada à aplicação da nossa sequência de atividades.

A necessidade de divisão do curso se deu após a realização dos estudos pilotos já citados. Nessas experiências, as conversas, as observações, os relatos e as sugestões dos participantes apontaram que, para obtermos êxito em nosso propósito, devemos revisar diversos conceitos geométricos. A figura 4 relaciona aquelas dificuldades

¹⁷ É um software livre de geometria dinâmica.

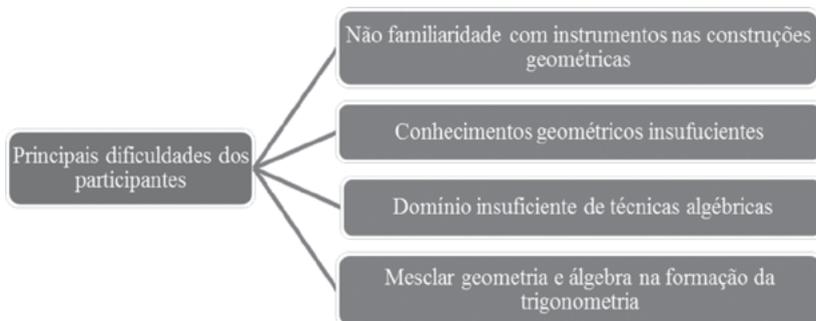


Figura 4: Principais dificuldades detectadas nos estudos pilotos.

Portanto, a primeira etapa do curso principal foi planejada para atingirmos os objetivos da nossa proposta de ensino. Consideramos basilar fornecer meios para que os participantes se familiarizassem, caso ainda não o fossem, com a manipulação dos instrumentos geométricos, principalmente o compasso; relembrar vários conceitos geométricos básicos inerentes ao estudo dos polígonos regulares, circunferência, simetria e rotação; e ainda designar maior atenção na transposição de conhecimentos geométricos para algébricos, fundamentais na construção de qualquer proposta de ensino de trigonometria.

A segunda etapa do curso foi dedicada à aplicação e discussão da nossa sequência de ensino. Praticamente todas as atividades da sequência apresentam um texto construído diluindo-se informações históricas e conhecimentos trigonométricos.

Após o desenvolvimento do curso principal, consideramos imprescindível analisar alguns aspectos que possam contribuir para a validação do caderno de atividades de ensino de trigonometria numa abordagem histórica. São resultados de discussões, observações próprias e sugestões dos participantes do curso.

O primeiro aspecto a ser destacado é sobre a concepção do trabalho em grupos. Observamos que nas primeiras atividades, apesar dos participantes estarem dispostos em pequenos grupos, a resolução das atividades se dava de forma individual. Somente após algumas intervenções de nossa parte, a discussão entre os membros dos grupos durante a execução da tarefa passou a ser quase rotineira.

A esse aspecto destacamos toda uma formação fundada no ensino tradicional. Apesar da faixa etária dos participantes variar de 21 a 43 anos de idade, acreditamos que, em algumas instâncias, o ensino de Matemática ainda está centrado na figura do professor como detentor do saber e na figura dos alunos passivos, meros expectadores.

Outro aspecto considerado reside na dificuldade de assimilação de conceitos geométricos básicos ou propriedades de entes geométricos. Mesmo considerando uma primeira parte do curso para esclarecimentos geométricos, baseado nas conclusões de Brito e Morey (2004) e nas experiências-piloto realizadas antes do curso, algumas propriedades dos polígonos regulares, dos triângulos, da circunferência não foram incorporadas pelos participantes à resolução de algumas questões propostas nas atividades. Os argumentos apresentados por eles para justificar tal fato foi que necessitariam de mais tempo para se apropriar das informações.

A dificuldade na leitura e na interpretação matemática de textos também pode ser apontada como aspecto a ser considerado nessa análise. No texto: “As primeiras tabelas de cordas”, apresentamos uma parte da tabela cordas de Ptolomeu e o seguinte parágrafo:

Vamos ler a quarta linha da tabela de cordas. O comprimento da corda de 2° está escrito na forma 2; 5, 40, em notação sexagesimal. No sistema decimal esse número é representado por $2 + \frac{5}{60} + \frac{40}{60^2}$, aproximadamente, 2,09444.

Nesse fragmento do texto está a informação de como se converter um número em notação sexagesimal para o sistema decimal. Porém, quando questionados sobre o entendimento dessas informações, nenhum participante chegou a uma resposta satisfatória.

O último aspecto relevante nessa análise está na utilização das unidades de medidas de ângulos (arcos). Utilizamos o grau e o radiano nas atividades da sequência de acordo com o percurso histórico da trigonometria. Apesar de discutirmos sobre o conceito e utilidade do radiano, principalmente em se tratando da circunferência unitária, observamos que a maioria dos participantes preferiu utilizar o grau

na resolução das atividades de trigonometria. Mesmo com deficiências em conhecimentos geométricos, o grau como unidade de medida já está bastante enraizado na cultura matemática deles.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversos estudos no campo da Educação Matemática buscam formas diferenciadas de se trabalhar o conhecimento matemático em sala de aula. Estes estudos tratam de divulgar estratégias de ensino de Matemática através da modelagem, dos recursos tecnológicos, da resolução de problemas, da Etnomatemática, dos jogos e da História da Matemática.

Para que essas abordagens de ensino sejam viáveis, as instituições de formação de professores devem dar subsídios para que os docentes conheçam, dominem e possam utilizá-las em sala de aula com plena segurança.

Nesse aspecto, vale destacar a disseminação dos cursos de mestrado profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática como aliado no campo da pesquisa em ensino. Diferente das dissertações do mestrado acadêmico,

O trabalho de conclusão do mestrado profissional configura-se como dissertação que demonstre domínio do objeto de estudo, além da investigação aplicada à solução de problemas que possa ter impacto no sistema a que se dirige. Deve conter a descrição e discussão dos resultados, conclusões e recomendações de aplicações práticas e serem ancoradas em um referencial teórico. (FICHER, 2005, p. 28).

Além de tudo isso, o compromisso do professor com sua formação deve ser competência profissional básica, pois “A formação contínua conserva certas competências relegadas ao abandono por causa das circunstâncias.” (PERRENOUD, 2000, p.155). Ou seja, as práticas pedagógicas mudam, o conhecimento evolui e os recursos cognitivos, na figura do professor, devem acompanhar essa agilidade.

Assim, ao optarmos por elaborar uma sequência de ensino de trigonometria através da abordagem histórica, além de contribuir com a disseminação desta abordagem, estamos propondo aos leito-

res uma reflexão acerca da forma de como a História da Matemática é abordada (caso exista) nos cursos de formação e aperfeiçoamento de professores.

O produto educacional no qual trabalhamos – ver Gomes (2011) – tem como fim apresentar o ensino de trigonometria de forma evolutiva natural. Procuramos aliar a trigonometria ao seu desenvolvimento histórico.

Para que a utilização desse produto (ou parte dele) seja viável em sala de aula, os professores interessados devem se deter a alguns requisitos básicos: ter conhecimentos em geometria, domínio de cálculos algébricos e com números irracionais, familiaridade com construções geométricas e com o estudo das funções. Sem uma preparação prévia dos participantes com relação a esses conteúdos matemáticos mencionados, nossa proposta ficará bastante limitada.

Além disso, a utilização dessa sequência de atividades pode ser aliada ao uso de alguma ferramenta educacional informatizada. No nosso curso, utilizamos o software GeoGebra para a construção de algumas figuras geométricas e gráfico da função seno. Esse recurso foi utilizado como auxiliar durante a resolução e discussão de algumas tarefas das atividades.

Caso não seja possível a utilização de algum software de geometria dinâmica, sugerimos a construção geométrica com régua e compasso para as atividades iniciais da sequência. Neste caso, o professor poderá enriquecer as informações geométricas contidas na sequência com alguns estudos complementares¹⁸ para desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Como sugestão para trabalhos futuros, fica a ideia de se investigar a sequência de ensino proposta no caderno de atividades com alunos de uma turma de ensino médio, uma vez que nosso público foi formado por professores.

Ainda, acreditamos que é possível dar continuidade à sequência de atividades aqui apresentada através do aprofundamento do estudo das funções trigonométricas. Outra possibilidade de enriquecimento desse estudo seria procurar formas alternativas de se estudar o ciclo trigonométrico. A maneira como isso deveria ser feito deixo à imaginação dos leitores desse texto.

¹⁸ Aconselhamos o estudo dos ângulos, dos triângulos e dos quadriláteros antes da nossa introdução ao estudo dos polígonos regulares.

REFERÊNCIAS

AABOE, A. **Episódios da história antiga da matemática**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2002.

BARONI, R. L. S.; NOBRE, S. A pesquisa em história da matemática e suas relações com a educação matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (Org.). **Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999. p. 129-136.

BARONI, R. L. S.; TEIXEIRA, M. V.; NOBRE, S. A investigação científica em história da matemática e suas relações com o programa de pós-graduação em educação matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. **Educação matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, 2004. p. 164-185.

BOYER, C. B. **História da matemática**. São Paulo: Edgard Blücher, 1996. Tradução Elza F. Gomide.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Brasília, DF, 2006.

BRITO, A. J.; MOREY, B. B. Geometria e trigonometria: dificuldades de professores do ensino fundamental. In: FOSSA, J. A. (Org.). **Presenças matemáticas**. Natal: EDUFRN, 2004. p. 9-33.

BRUMMELEN, Glen van. **The mathematics of the heavens and the earth: the early of trigonometry**. Princeton: Princeton University Press, 2009.

ESTEBAN, Maria Paz Sadín. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições**. Porto Alegre: AMGH, 2010. Tradução Miguel Cabrera.

FASANELLI, Florence. The political context. In: FAUVEL, John; MAANEN, Jan Van (eds.). **History in mathematics education: the ICMY study**. Dordrecht: Kluwer, 2002.

FERREIRA, E. S. **Laboratório de história da matemática**. Natal: SBHMat. 2001.

FISCHER, Tânia. Mestrado profissional como prática acadêmica. **Revista brasileira de pós-graduação**. São Paulo, v. 2, n. 4, p. 24-29, 2005.

FRANCO, Maria Amélia Santoro; LISITA, V. M. S. Pesquisa-ação:

limites e possibilidades na formação docente. In: PIMENTA, Selma Garrido; FRANCO, M. A. S. (Org.). **Pesquisa em educação**: possibilidades investigativas/formativas da pesquisa-ação. Vol. 2. São Paulo: Edições Loyola, 2008. p. 41-70.

GOMES, Severino Carlos. Elaboração e aplicação de uma sequência de atividades para o ensino de Trigonometria numa abordagem histórica. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

KENNEDY, E. S. **História da trigonometria**. São Paulo: Atual, 1992. Trad. Hygino H. Domingues.

MAOR, Eli. **Trigonometric delights**. New Jersey: Princeton University Press, 1998. Disponível em: <<http://press.princeton.edu/books/maor>>. Acesso em: 21 nov. 2009.

MENDES, Iran Abreu. **O uso da história no ensino da matemática**: reflexões teóricas e experiências. Belém: UEPA, 2001a.

_____. **Ensino de matemática por atividades**: uma aliança entre o construtivismo e a história. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2001b.

MENDES, Maria José de Freitas; ROCHA, Maria Lúcia Pessoa Chaves. **Problematizando os caminhos que levam à tabela trigonométrica**. Belém: SBHMat, 2009.

MIGUEL, Antonio; MIORIM, Maria Ângela. **História na educação matemática**: propostas e desafios. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

MOREY, Bernadete Barbosa. **Tópicos de história da trigonometria**. Natal: SBHMat, 2001.

_____. **Geometria e Trigonometria na Índia e nos Países Árabes**. Rio Claro: SBHMat, 2003.

_____; MENDES, Iran Abreu. **Matemática nas navegações**: a Balestilha como instrumento de orientação e localização. Vitória: SBHMat, 2005.

_____; FARIA, Paulo César de. **Abordagens no cálculo do seno de 1º**: as contribuições de Ptolomeu, Al-Kashi e Copérnico. Belém: SBHMat, 2009.

NACARATO, A. M.; BREDARIOL, C. C.; PASSOS, M. P. F. Tendências presentes no ensino de trigonometria no Brasil: uma abordagem histórica. In: MENDES, J. R.; GRANDO, R. C. (Org.). **Múltiplos olhares: matemática e produção de conhecimento**. São Paulo: Musa Editora, 2007. p. 65-93.

NASCIMENTO, A. Z. **Uma sequência de ensino para a construção de uma tabela trigonométrica**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

OSTERMANN, Fernanda; REZENDE, Flávia. Projetos de desenvolvimento e de pesquisa na área de ensino de ciências e matemática: uma reflexão sobre os mestrados profissionais. **Cadernos Brasileiros de Ensino de Física**. São Paulo, v. 25, n. 1, p. 66-80, 2009.

PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 2000.

SAMPAIO, H. R. **Uma abordagem histórico-filosófica na educação matemática: contribuições ao processo de aprendizagem em trigonometria no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

SIU, Man-Keung. No, i don't use history of mathematics in my class. Why? In: **Proceedings HPM 2004 & ESU4**, F. Furinghetti, S. Kaiser, & C. Tzanakis (eds.), Uppsala: Uppsala Universitet, 2004/2007. pp. 268–277.

VALDÉS, J. E. N. A história como elemento unificador na Educação Matemática. In: MENDES, Iran Abreu; FOSSA, John Andrews; NÁPOLES, J. E. **A história como um agente de cognição na Educação Matemática**. Porto Alegre: Sulina, 2006. p. 15-77.

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO: REFLEXÕES, VIVÊNCIA E PERSPECTIVAS

JOSÉ ARAÚJO AMARAL¹⁹

FRANCISCO JÂNIO FILGUEIRAS AIRES²⁰

HELEN F. DE LIMA²¹

É muitíssimo mais fácil apresentar de modo atraente a sabedoria destilada durante séculos de interrogação paciente e coletiva da Natureza do que detalhar o confuso mecanismo da destilação. O método da ciência, por mais enfadonho e ranzinza que pareça, é muito mais importante do que as descobertas dela.

(Carl Sagan)

INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

O presente texto objetiva promover o debate sobre a questão da educação científica no ensino médio a partir de uma discussão teórica que ressalta esta possibilidade pedagógica como potencialmente emancipadora e formadora de um senso crítico aguçado; visa ainda a trazer ao público a prática pedagógica dos autores, representada pela vivência com a educação científica no Programa de formação de Recursos Humanos (PFRH) no IFRN/Mossoró; finalmente, procura vislumbrar e discutir algumas perspectivas de trabalho com educação científica no contexto da educação profissional e tecnológica, dentro dos limites institucionais postos hoje.

19 Doutor em Biotecnologia e professor de Biologia do IFRN; Integrante do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências Naturais, Matemática e Tecnologia do IFRN/Mossoró.

20 Mestre em Antropologia Social, professor da UERN, Integrante do Grupo de Estudos Culturais/UERN.

21 Mestre em História, professora da FVJ, Integrante do Grupo de Estudos Culturais/UERN.

Começaremos o debate sobre a questão da educação científica trazendo à tona alguns pontos da legislação nacional, que enfatizam a importância do conhecimento científico na formação do cidadão.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), no título V, capítulo II da educação básica, seção IV do ensino médio, artigo 35, especificamente os incisos III e IV, indica alguns fins a serem alcançados por meio do ensino médio, quais sejam:

- III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.²²

Acreditamos que o ensino do pensar cientificamente é um caminho a ser seguido para efetivar os fins propostos acima, podendo ir além. O inciso IV da LDB enfatiza a possibilidade de cognição dos aspectos científico-tecnológicos na perspectiva de união teoria-prática dentro da abordagem disciplinar clássica. A apreensão dos códigos intrínsecos das diferentes disciplinas é algo fundamental na formação do educando; entretanto, a verdadeira formação científica deve ressaltar a apreensão da metodologia científica como princípio básico essencial; por outro lado, somente uma abordagem interdisciplinar bem estruturada, calcada no princípio da aprendizagem ativa é capaz de potencializar tal formação.

Atualmente, sabe-se que a educação científica faz parte do currículo do ensino superior, comumente trabalhada na disciplina “metodologia científica e da pesquisa”. Neste sentido, o aluno tem acesso ao conhecimento sobre Ciência apenas quando chega à Universidade. Nossa proposta é que a prática da iniciação científica, ou seja, a busca pela resolução de um problema, a compreensão sobre a metodologia aplicada em uma pesquisa, bem como sua fundamentação teórica, faça parte do currículo do ensino médio (Gobbi et al., 2011; Villas-Boas et al., 2011). Norteados pela organização e sistematização do processo da pesquisa, o aluno terá a oportunidade de construir o conhecimento, bem como sua criticidade, os princípios éticos, de esta-

22LEI nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao>>. Acesso em: 09 jun. 2012.

belecer relação entre teoria e prática e, principalmente, ter consciência do seu papel de cidadão tal como determina a lei 9.934/96 (LDB).

Segundo Bachelard (apud BECKER, 2001), “o pensamento científico produz uma ruptura profunda no pensamento no nível do senso comum”. Enquanto a base deste é o que se apreende no cotidiano e as informações adquiridas são consideradas verdades absolutas, o contrário acontece com o sujeito que pensa cientificamente. Este se aprofunda sobre o mundo, observando-o criticamente, problematizando-o, verificando, comprovando e explicando os fenômenos como verdades possíveis de serem questionadas. Por isto o conhecimento científico está sempre em construção.

Becker (2001) questiona o motivo pelo qual a maioria da população não teve a oportunidade de passar por “esse momento de ruptura, de poder se valer dos conhecimentos científicos para interpretar o mundo em que vivem”.

Valendo-nos deste questionamento, o filósofo Saviani (2005) propõe importantes reflexões correlacionadas a este problema social: “em termos gerais, entendo que a tendência educacional atualmente dominante no Brasil, desde o final da década de 1960 é aquela que nós poderíamos chamar de concepção produtivista de educação”. A concepção de ensino na década de 60 voltava-se para a formação de uma mão de obra qualificada, a fim de atender o mercado de trabalho em pleno desenvolvimento. Atualmente, o ensino não mais garante o emprego para o indivíduo, este por si mesmo terá que conquistá-lo, por isto, a educação o prepara para receber seu “status de empregabilidade”.

Note que os períodos se modificam, mas a “concepção produtivista de educação” permanece. Se décadas atrás o contexto social era constituído pela escassez de uma mão de obra qualificada e, por isto, o objetivo educacional era formar o aluno e prepará-lo para ocupar um cargo em uma indústria, nos dias atuais este educando busca desesperadamente por uma formação, muitas vezes superficial, priorizando cursos rápidos, a fim de obter quanto antes o título, um diploma, e garantir seu “status de empregabilidade”, mas não o emprego, que terá que conquistar.

O ensino, desta forma, se descaracteriza e o processo de conhecimento, que era para ser significativo, se torna mecânico, tal como propõe os espaços escolares que priorizam na educação dos

seus alunos os resultados que obterão em exames tradicionais de seleção. Esta prática faz parte da educação denominada por Paulo Freire como “bancária”, que visa apenas ao acúmulo de informação e, por consequência, despolitiza e aliena o educando.

Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. Margem para serem colecionadores ou fichadores das coisas que arquivam. No fundo, porém, os grandes arquivados são os homens, nesta (na melhor das hipóteses) equivocada concepção “bancária” da educação. Arquivados, porque, fora da busca, fora da práxis, os homens não podem ser. [...] (FREIRE, 1987; grifos nossos.)

Freire continua sua reflexão destacando o solo fértil que o saber irá brotar “[...], nesta destorcida visão da educação, não há criatividade, não há transformação, não há saber. Só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente, que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros”. (idem; grifos nossos.)

Nesta perspectiva, a educação científica garantirá aos educandos a oportunidade de experienciarem²³ a construção do conhecimento em direção ao saber e à autonomia. Entretanto, este processo apenas se efetivará quando houver, por parte do professor, a apropriação do pensamento científico, bem como a consciência sobre o seu papel de produtor de conhecimento.

O autor canadense Maurice Tardif (2010) afirma que “os saberes docentes” são formados pelos saberes da formação profissional, disciplinares, curriculares, experienciais e culturais. Todavia, os três primeiros são decididos e construídos por teóricos, pesquisadores, universidade, escola.

²³Para Walter Benjamin a diferença entre vivenciar e experienciar está na ação. Enquanto na primeira a ação se restringe ao momento vivido; a experiência extrapola esta vivência, pois certamente as ações serão lembradas, portanto, fatos passíveis de serem refletidos, analisados e questionados. (Apud, PEREZ.)

De fato, os saberes da formação profissional, os saberes disciplinares e os saberes curriculares dos professores parecem sempre ser mais ou menos de segunda mão. Eles se incorporam efetivamente à prática docente, sem serem, porém, produzidos, ou legitimados por ela. A relação que os professores mantêm com os saberes é a de “transmissores”, de “portadores” ou de “objetos” de saber, mas não de produtores de um saber ou de saberes que poderiam impor como instância de legitimação social de sua função e como espaço de verdade de sua prática. (idem.)

Desta forma, o professor sente-se como um “técnico da educação”, reproduzidor dos saberes elaborados por outros. Entretanto, Tardif acentua que o professor também “produz ou tenta produzir” conhecimento, tal como afirma Lima (2010) nas linhas abaixo:

Segundo Tardif, será dentro da sala de aula que o professor irá se validar a partir do seu saber experiencial. Será no dia a dia que este profissional além de colocar em prática todos os outros saberes, profissional, disciplinar, curricular, também será construtor de conhecimento. Porém, cabe enfatizar que o saber experiencial não basta por si só, será apenas por meio da troca, da reflexão, da discussão, com outros professores, que ele se validará. Por isto é de extrema importância o professor sair do anonimato, escrever, publicar, dialogar, participar de congressos, formar outros professores, a partir das suas reflexões, dos seus pensamentos.

A divulgação do trabalho realizado em sala de aula, ao mesmo tempo em que estimula o professor a se reconhecer como produtor de conhecimento, também faz com que este educador coloque em prática um dos princípios da Ciência, qual seja: divulgar sua produção para ser questionada, avaliada e por consequência validada. É o que propomos ao relatar, nas linhas abaixo, nossas experiências tanto dentro da sala de aula quanto fora dela.

RELATO DE EXPERIÊNCIA EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO DO IFRN/ MOSSORÓ

Formação inicial e estruturação dos trabalhos de iniciação científica (ic)

A experiência em educação científica descrita a seguir ocorreu no Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN)/Campus Mossoró, dentro do Programa de Formação de Recursos Humanos (PFRH)-fase I, em parceria com a PETROBRAS. Este programa tem como objetivo “fomentar a formação dos alunos dos cursos técnicos, estimular o desempenho, reduzir a evasão escolar e despertar o interesse da mão-de-obra técnica para o setor de Petróleo, Gás, Energia e Biocombustíveis”²⁴ a alunos bolsistas (previamente selecionados) do ensino médio integrado e subsequente dessa Instituição. Os professores orientadores não recebem bolsa, mas podem utilizar uma verba de reserva técnica para fins de aquisição de equipamentos, material de consumo ou para financiar a participação em eventos científicos.

A proposta pedagógica desenvolvida estava contida no projeto ou plano de trabalho “Ciência e meio ambiente no mundo do Petróleo”, pensado dentro de uma perspectiva interdisciplinar (Biologia/Sociologia), tendo como mote inicial a discussão da natureza da ciência e seus métodos, para se chegar, posteriormente, à análise crítica dos conceitos relativos ao meio ambiente e à relação dos aspectos sócio/econômicos e culturais com a gênese a problemática socioambiental. A ideia principal era, portanto, partir de uma temática de discussão mais geral, cujos focos principais seriam a epistemologia da ciência e a crise ambiental, para que, posteriormente, fossem surgindo os recortes de pesquisa individuais ou de grupo.

O caminho metodológico escolhido foi a da execução de reuniões semanais, de uma hora e meia de duração, realizada no turno inverso das aulas regulares, com os dez alunos do 3º ano do curso integrado em eletrotécnica que compunham nosso grupo de trabalho (GT). O intuito das reuniões era o de discutir textos de autores selecionados pelos professores orientadores e previamente estudados pelos alunos. Os encontros semanais se caracterizavam por dois

²⁴Disponível em: <<http://portal.ifrn.edu.br/alunos/arquivos/Edital%202-PFRH%20REVI-SaO%20FINAL.pdf/view>>. Acesso em: 09 jun. 2012.

momentos distintos: no primeiro, um aluno previamente escolhido fazia a condução da discussão, com base no estudo do texto (livro, revista, etc.) feito em casa, por todo grupo. Neste ponto, era possível a intervenção dos orientadores e dos demais alunos, trazendo uma complementação da visão do condutor, ou novos questionamentos. No segundo momento, os professores levantavam outros aspectos do assunto, complementando a discussão, ou trazendo novos pontos de vista para o debate.

A dinâmica das discussões era ainda registrada por um aluno redator, escolhido semanalmente para discorrer sobre os diversos pontos debatidos. Este texto era também revisado por um dos orientadores e distribuído aos demais alunos, como um importante relato do evento, representando a memória da produção intelectual do grupo.²⁵

A primeira etapa do trabalho, que se estendeu de abril/2010 a dezembro/2010, objetivou promover uma reflexão sobre o “fazer científico” enquanto atividade humana sujeita a questões éticas e sociais, e alavancar a compreensão da estrutura de pesquisa científica (metodologia), identificando-se ainda as diferenças entre os paradigmas metodológicos das ciências naturais e das ciências humanas. Nossa concepção era a de que este alicerce era imprescindível na formação dos alunos, pois representava um espaço de debate, reflexões e inquietações, cujo foco era esmiuçar e dissecar toda a complexidade do fazer científico e proporcionar, conseqüentemente, o desenvolvimento da criatividade, do espírito crítico e da autonomia. A tabela I, constante no Anexo deste capítulo, traz algumas referências bibliográficas, material audiovisual, utilizadas no ciclo de discussões dessa primeira etapa.

Vale salientar que, por volta do sexto mês deste período, pudemos constatar os primeiros reflexos da efetividade de nossa prática de educação científica a partir da análise comparativa de escritos sobre ciência e método científico, produzidos por nosso GT e por alunos participantes de outros grupos do PFRH, ou que não participavam deste programa (Amaral et al., 2010). Vejamos nossa observação à época:

25As discussões foram feitas também a partir da leitura de obras cinematográficas (obras de ficção, documentários). Para tanto, buscou-se selecionar algumas obras que poderiam contribuir com a discussão epistemológica inicial e outras que permitiriam o debate sobre a temática ambiental, no segundo momento do trabalho ver anexo tabela 2.

Os resultados obtidos com os questionamentos aos três grupos de alunos e as respectivas respostas parecem indicar uma razoável diferença do grupo A (alunos do nosso grupo de pesquisa) quanto à capacidade de conceituação da ciência e da importância de seus métodos, assim como de certa distinção entre a aplicação metodológica corrente nas ciências naturais e nas ciências humanas, além de um maior senso crítico da relação ciência/mídia.

A segunda etapa do trabalho, que se estendeu de março/2011 a dezembro/2011, seguiu, inicialmente, com a mesma estratégia de encontros semanais e discussões, agora coordenados somente pelo professor da área de Biologia, devido à saída do professor de sociologia, por motivo do fim do contrato temporário. Outro aspecto relevante desse período foi a redução do nosso GT para apenas três alunos, pois sete alunos se desligaram devido ao fato do trabalho não contar como estágio curricular, como era esperado pelos alunos no começo do projeto.

A sequência do trabalho se deu procurando-se retomar, reforçar e exercitar alguns aspectos da metodologia científica e, posteriormente, engendrando-se no debate ambiental, cujos temas fundamentais versavam sobre a construção histórica da dicotomia homem/natureza, a compreensão da Ecologia Humana em seus meandros sociais, políticos e econômicos e o surgimento do conceito de sustentabilidade como concretização de um novo olhar paradigmático sobre nossa relação com o Planeta. A tabela II (constante no Anexo deste capítulo) traz algumas referências bibliográficas ou materiais audiovisuais utilizados no ciclo de discussões dessa segunda etapa.

Ao longo das reuniões dessa segunda etapa, os recortes das pesquisas foram se delineando e fomos percebemos que havia um interesse dos alunos em focar seus trabalhos em duas frentes. A discussão sobre a sustentabilidade havia trazido à tona a possibilidade de se mensurar o grau de (in)sustentabilidade da ação de uma empresa, uma instituição ou mesmo de um cidadão por índices calculados (pegada de carbono, pegada ecológica) a partir das práticas cotidianas. Tal mensuração, apesar das críticas aos seus limites metodológicos, fascinou os alunos e vislumbrou a possibilidade de um trabalho de cunho mais prático, dado à impossibilidade operacional de viagens de

campo. Outro aspecto relevante neste momento foi a preocupação dos alunos em pensar como estava a formação teórica ambiental dos próprios alunos da escola, aventando-se, assim, a possibilidade de se criar um mecanismo que avaliasse tal aspecto em diferentes turmas de alunos do IFRN/Mossoró.

Desta forma, cristalizaram-se as duas frentes de trabalho, cujos planos de pesquisa estão expostos a seguir²⁶:

PLANO DE PESQUISA I

Título do Projeto: Visões de meio ambiente apresentadas por alunos de cursos técnicos subseqüentes no IFRN/Mossoró

Nome(s) do(s) aluno(s): Carlos Augusto de Medeiros Filho
Vitor Lucas de Lima Melo

Área: Educação ambiental

País: Brasil

Tema: Educação e consciência ambiental

Problema: A formação nos cursos técnicos de nível médio tem gerado cidadãos ambientalmente responsáveis e conscientes? Uma grade curricular com algumas disciplinas que discutem a temática ambiental garante uma melhor consciência?

Hipóteses: Sugerimos que pode haver uma distinção na consciência ambiental de alunos dos cursos técnicos subseqüentes de “Saneamento ambiental” quando comparados aos alunos dos cursos de “Petróleo e Gás” e “Edificações”, em virtude do contato dos primeiros com a temática ambiental em sua grade curricular.

Objetivos: Verificar e comparar o grau de consciência ambiental de alunos de diferentes cursos técnicos subseqüentes do IFRN-Mossoró.

26Os planos de pesquisas foram elaborados a partir do “modelo” exigido pela MOSTRATEC.

Propor mudanças curriculares ou da forma de abordagem da temática ambiental para uma melhor formação dessa consciência.

Objeto: Visões de meio ambiente no ensino médio técnico subsequente.

Descrição detalhada de métodos e procedimentos:

Procedimentos: Será aplicado um questionário para as turmas dos cursos supracitados, composto de trinta e duas questões objetivas. Este questionário promoverá um levantamento do grau de conhecimento dos alunos quanto a vários temas ambientais importantes, tais como: poluição ambiental e aquecimento global, energias renováveis, sustentabilidade, biodiversidade, e a base histórica da problemática ecológica.

Análise de Dados:

Os dados coletados serão tabulados na forma de gráficos e/ou tabelas, para fins de facilitação da análise comparativa entre as turmas. Os resultados serão interpretados e discutidos também à luz da confrontação com outros trabalhos desta área, a serem encontrados numa revisão bibliográfica e infográfica criteriosa

PLANO DE PESQUISA II

Título do Projeto: A pegada ecológica dos diferentes segmentos da comunidade escolar do IFRN/ Mossoró

Nome(s) do(s) aluno(s): Ítalo Rodolfo Bezerra de Araújo Sousa

Área: Educação ambiental

País: Brasil

Tema: Educação e consciência ambiental

Problema: Pessoas de diferentes níveis educacionais, dentro do ambiente escolar, possuem níveis distintos de sustentabilidade e consciência ambiental?

Hipóteses: Sugerimos que pode haver uma distinção nos hábitos considerados sustentáveis de alunos (ingressantes e veteranos), professores e técnicos administrativos de nossa comunidade escolar que se refletem nas suas pegadas ecológicas.

Objetivos: Verificar e comparar o grau de consciência ambiental de alunos, professores e técnicos administrativos do IFRN-Mossoró a partir do cálculo do indicador “pegada ecológica”.

Objeto: Nível de sustentabilidade no meio acadêmico do ensino médio técnico.

Descrição detalhada de métodos e procedimentos:

O cálculo da pegada ecológica engloba quesitos tidos como avaliadores cruciais de sustentabilidade que permitem avaliar o quanto o seu cotidiano agride o meio ambiente. São considerados vários parâmetros, que envolvem a relação da pessoa com: consumo, lixo, alimentação, transporte e moradia. O índice da “pegada ecológica” de cada pessoa será obtido a partir da resposta ao questionário encontrado em: <<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/calculators/>>. Acesso em: 09 jun. 2012.

Análise de Dados:

Os dados individuais serão agrupados e serão efetuados cálculos de valores médios de cada segmento da comunidade escolar. Os dados serão apresentados graficamente para facilitar a comparação entre os valores obtidos nos diferentes grupos. Os resultados serão interpretados e discutidos a partir da leitura da realidade local e da comparação com outros trabalhos similares, encontrados em fontes de pesquisa confiáveis (fontes bibliográficas e infográficas).

VISIBILIDADE AOS PROJETOS DE IC/ PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS CIENTÍFICOS I

A partir da estruturação dos planos de pesquisa, mostrados anteriormente, os alunos foram instruídos sobre a necessidade da montagem dos projetos de pesquisa correspondentes, dentro dos padrões sugeridos por Pescuma & Castilho (2005).

Paralelamente, os planos de pesquisa foram submetidos e aprovados no processo de seleção de projetos da MOSTRATEC (Mostra Internacional de Ciência e tecnologia), evento de grande magnitude e importância para a visibilidade da pesquisa feita por estudantes de ensino médio no Brasil.²⁷ Esta feira ocorre anualmente na cidade de Novo Hamburgo/RS, e é organizada pela Fundação Liberato, entidade privada que trabalha com ensino médio técnico no Rio Grande do Sul. O evento reúne mais de trezentos e cinquenta projetos de alunos de mais de dezenove países dos cinco continentes, e se caracteriza pelo rigor nas etapas de seleção e nos critérios de participação dos trabalhos, e também na qualidade e inovação dos projetos apresentados. Vale salientar que se trata de uma mostra competitiva em que são premiados os três primeiros classificados de cada categoria (engenharia, medicina, meio ambiente, ciências sociais, etc.)²⁸.

A aprovação dos trabalhos representou um aspecto muito importante dentro do processo pedagógico estabelecido de educação científica, pois a submissão aos rigores da avaliação externa e a consequente certificação de qualidade trouxeram um reconhecimento de que o caminho traçado na formação dos alunos estava correto. Isto se tornou mais relevante quando verificamos que apenas mais dois trabalhos do Rio Grande Norte haviam sido selecionados.

A notícia da aprovação dos projetos gerou um grande estímulo nos alunos, fazendo com que se empenhassem em desenvolver as diversas etapas de suas pesquisas: elaboração dos questionários, aplicação dos questionários ao público-alvo, tabulação e análise dos resultados e estruturação dos diários de bordos (item obrigatório na MOSTRATEC).

270 outro grande evento nacional que promove a pesquisa científica no ensino médio no Brasil é a FEBRACE (Feira Brasileira de Ciências e Engenharia); esta feira ocorre habitualmente no primeiro semestre de cada ano e é promovida e organizada pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, por meio do Laboratório de Sistemas Integráveis.

28 Maiores informações sobre a MOSTRATEC podem ser encontradas no site: <www.mostratec.com.br>. Acesso em 09 jun. 2012.

A participação no evento (ocorrido entre 24 e 29 de outubro de 2011) foi muito importante para os alunos, pois trouxe ganhos pedagógicos significativos, face à necessidade da apresentação oral ao público visitante e também à submissão ao crivo rigoroso dos avaliadores dos trabalhos. Os alunos puderam ver também o panorama da qualidade da pesquisa no ensino médio feita por diversas instituições públicas e privadas do Brasil e do mundo, e comprovar a qualidade da organização do evento. Soma-se a isso tudo a experiência pessoal de conhecer outro estado, pessoas de outros países, culturas e visões de mundo bem diversas. (Figura 1).



(a)



(b)

Figura 1:(a) Panorama geral da abertura da MOSTRATEC/2011. (b) Aluno de um dos projetos selecionados apresentando o trabalho para o público visitante.

Fonte: José A. Amaral.

PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS CIENTÍFICOS II

Após o retorno a Mossoró, continuamos nosso trabalho de pesquisa e, a partir das críticas e sugestões dos avaliadores da MOSTRATEC, compreendemos que os dois trabalhos levados ao evento se complementavam e poderiam ser agrupados em uma única pesquisa. A ideia surgida foi a de focar no levantamento sobre a comunidade discente do IFRN/Mossoró, em dois aspectos: conhecimento teórico na área ambiental e grau de sustentabilidade, medido pelo índice da pegada ecológica dos indivíduos. O objetivo do trabalho era verificar se havia uma correlação entre o grau de conhecimento sobre várias

temáticas ambientais e o “comportamento” mais sustentável dos alunos. Desta forma, surgia o novo trabalho, agora intitulado “Relação entre grau de sustentabilidade e conhecimento teórico na área ambiental apresentados por alunos do ensino médio do IFRN/Mossoró”.

O trabalho foi estruturado para apresentação no Grupo de discussão (GD) sobre Educação científica e tecnológica no evento regional “SENACEM – Semana Nacional do Ensino médio – História, mobilização e perspectivas”, ocorrido no período de 23 a 25 de novembro de 2011, na Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN). O GD teve a participação de vários professores, apresentando seus trabalhos nas mais diferentes áreas. Nosso trabalho, que encerrou as atividades, foi apresentado por um dos alunos do grupo (Vitor Melo), com ótima postura, transparecendo segurança, domínio do assunto e desenvoltura no ambiente da Universidade.²⁹ Além da publicação nos anais do evento, nossa pesquisa teve a indicação para publicação no suplemento especial da revista HOLOS (publicação do IFRN), estando no prelo.

O mesmo trabalho foi ainda apresentado no CONGIC (Congresso de iniciação científica do IFRN) ocorrido em Natal nos dias 16 a 18 de dezembro e, recentemente (29/05/2012), na mostra de pôsteres do II Fórum mundial de Educação profissional e tecnológica – Democratização, emancipação e sustentabilidade, ocorrido em Florianópolis/SC.

O relato da vivência pedagógica descrita até aqui nos traz um grande estímulo, pois nos faz acreditar que vários dos objetivos propostos no início do trabalho foram alcançados, dentre os quais:

- Preparar os alunos para pensar a própria ciência e obter o aprendizado sobre as potencialidades e limites da metodologia científica;
- Preparar os alunos para pensar a sociedade e a natureza cientificamente;
- Estimular os alunos a serem pesquisadores;
- Consolidar a formação de uma base de pesquisa sobre cultura,

²⁹ O trabalho completo, publicado nos Anais do evento, pode ser acessado em: <<http://propeg.uern.br/senacem/default.asp?item=senacem-inicial>>. Acesso em: 09 de jun. 2012.

natureza e ciência; (comprovada pela manutenção do nosso GD dentro da fase II do PFRH);

- Promover a consciência ambiental entre os alunos;
- Formar os alunos para serem multiplicadores da consciência ambiental nos espaços da sociedade a partir da reflexão sobre a situação ambiental de sua própria escola;
- Proporcionar a vivência dos alunos nos ambientes de debate científico (feiras, congressos), como uma forma de crescimento acadêmico e enriquecimento pessoal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino médio, seja ele regular ou integrado (ofertados pela rede de Institutos Federais), vem, ao longo da história, se pautando por uma educação que procura fornecer primeiramente uma formação de base disciplinar, ou seja, uma formação em que haja uma apropriação dos conhecimentos advindos da tradição das diferentes disciplinas; por outro lado, desde a instituição da LDB e dos documentos norteadores curriculares seguintes, como os PCN, os PCN+, busca-se enfatizar a necessidade de uma formação também propiciada a partir das diferentes possibilidades de integração das disciplinas (trabalhos interdisciplinares) em suas áreas de conhecimento, e das disciplinas de áreas de conhecimento distintas.

A perspectiva de um trabalho de educação científica no ensino médio é plenamente favorável à proposta de interdisciplinaridade. Conforme demonstramos em nossa vivência, deve-se partir de uma formação inicial estruturada no debate da construção histórica do conhecimento científico, nas implicações éticas da produção científica e tecnológica, na apropriação da metodologia e das peculiaridades metodológicas das diferentes áreas. O trabalho posterior será o de eleger uma temática de estudo que possibilite o máximo de contribuições diferentes do corpo docente envolvido e que consiga envolver os discentes no trabalho coletivo proposto.

A interdisciplinaridade é muito importante porque possibilita que se extrapolem os limites das disciplinas e, conseqüentemente,

se possa produzir um conhecimento capaz de interpretar e resolver situações complexas (GRISA et al., 2011). A abordagem interdisciplinar exige também que se modifiquem os paradigmas da relação professor-aluno, buscando-se uma atuação mais ativa do educando, passando o professor a uma postura de mediador, cuja função é de dialogar, motivar, orientar, dar retorno às ações e progressos do aluno (Villas-Boas et al., 2011).

A nossa vivência se pautou numa abordagem interdisciplinar no primeiro momento, e sempre procurou romper com o paradigma do aluno passivo, receptor de conhecimento. Os alunos foram incentivados a protagonizar os nossos “encontros” pedagógicos desde o início, pois eram condições básicas para que os mesmos acontecessem: a leitura dos textos, os fichamentos, a condução e o registro das discussões etc. Esta experiência promoveu o desenvolvimento de um alto grau de autonomia nos educandos, tornando-os capazes de compreender a importância do estudo sistemático, do registro da rotina escolar, da formatação do próprio trabalho em horários e locais que melhor lhes conviessem.

Cabe enfatizar que nossa prática dialoga com a “pedagogia científica” proposta por Bachelard. Segundo Fonseca (2008) a partir desta pedagogia:

[...], a prática docente cria oportunidades para o aluno desenvolver processos sistemáticos de pesquisa, participando de todas as fases da pesquisa, desde a elaboração do projeto de desenvolvimento e conclusão da pesquisa. Neste sentido, pesquisa e ensino constituem processos interligados e interativos, no qual se possa criar uma cultura em que o mestre se torne verdadeiramente aluno e em que o aluno se torne realmente mestre.

Além disso, Fonseca acentua que a “pedagogia científica” de Bachelard gera outras possibilidades:

[...], a formação do aluno estará voltada para o desenvolvimento da autonomia intelectual. Na formação do aluno/pesquisador, um aspecto importante é, sem dúvida, a formação multidisciplinar e interdisciplinar, de tal forma que um problema possa ser compreendido pelos conceitos e métodos de outras ciências. Uma ciência se torna objeto da outra.

Segundo Pacheco (2010), os Institutos Federais deveriam consolidar seu diferencial identitário, que seria a articulação entre ensino/ciência/tecnologia, diferenciando-se das escolas tradicionais de ensino técnico e das próprias universidades. O autor enfatiza a importância do fazer científico no âmbito dos IFs:

A articulação destes três elementos, se assim vier a se concretizar, pode constituir-se no núcleo duro estruturante da identidade dessas novas instituições e de seus agentes. Ao contrário da “educação bancária” predominante na educação básica do País, cujas consequências são por demais evidentes [...], e ao contrário das práticas científicas distanciadas dos contextos regionais e locais, a relação ensino/pesquisa pode constituir-se num forte diferencial para a nova institucionalidade.

Mas como conseguir essa integração ensino-pesquisa com a “camisa-de-força” da grade curricular e da organização dos tempos escolares engessados pela demanda dos conteúdos específicos de cada disciplina?

Existem dois caminhos a serem seguidos: o primeiro deles aponta para a solução de se instituir na grade curricular um espaço para a pesquisa científica, nos moldes do que acontece nas universidades com os TCC (trabalhos de conclusão de curso). Esta exigência formal “obriga” o aluno a se envolver com a pesquisa científica, tendo que procurar um grupo de pesquisa, um professor-pesquisador que possa lhe orientar para a produção de uma monografia, um trabalho científico teórico ou teórico-prático. Este trabalho seria comumente desenvolvido nos turnos inversos aos das aulas dos alunos. Esse tipo de caminho já está instituído em alguns campi dos IFs no Brasil, como em Santa Catarina³⁰. Para que esse caminho se consolide, é necessário empreender uma reforma curricular que dê espaço à pesquisa e a um total envolvimento dos docentes, da gestão escolar, discentes e pais, no sentido de entender a importância da sistematização e efetivação de uma proposta deste tipo.

O segundo caminho aponta para a solução de se tentar inserir a pesquisa no contexto do trabalho pedagógico regular, ou seja, que se instituem trabalhos interdisciplinares dentro do espaço formal da

³⁰Disponível em: <<http://www.ifsc.edu.br/pesquisa/projetos>>. Acesso em: 09 jun. 2012.

grade curricular, criando-se espaços temporais de trabalhos integrados que possam gerar conhecimento novo, a partir do trabalho de pesquisa científica sistemática. As dificuldades desta proposta estão ligadas à possível incapacidade de se sensibilizar o corpo docente, principalmente no convencimento de que é necessário abrir mão de algum conteúdo e de ceder espaço para o trabalho coletivo e diferenciado desta prática pedagógica. Este tipo de caminho já vem sendo executado com sucesso nas escolas públicas estaduais de Caxias do Sul/RS, gerando, inclusive, uma mostra científica local (Gobbi et al., 2011).

Trabalho similar foi feito recentemente em Mossoró, a partir de um projeto de extensão da UFERSA, coordenado pela Dra. Celicina B. Azevedo, intitulado “Ciência para todos no semiárido potiguar”.³¹A organização dessa feira procurou estimular estudantes da rede pública estadual de Mossoró, vinculados à 12ª Dired, a produzirem trabalhos científicos. Houve um dia de exposição dos trabalhos produzidos, sendo os mesmos julgados por avaliadores ligados às Universidades locais, e os melhores trabalhos foram selecionados para participarem da FEBRACE.

Um caminho alternativo a ser seguido no IFRN é a utilização do PFRH (Programa de Formação de Recursos Humanos) como espaço para a educação científica, nos moldes que propusemos neste trabalho. Os objetivos desse programa se relacionam à estimulação à mão-de obra técnica e a uma política de diminuição de evasão. Acreditamos que o foco deveria ser a educação científica, em um plano bem estruturado que realmente estimulasse os professores à pesquisa e que, a partir deste estímulo, houvesse uma verdadeira iniciação científica dos estudantes. Sentimos também a ausência de espaços de debate científico no IFRN em geral, em nosso câmpus em particular, que poderia ser resolvido com a adoção de seminários de pesquisa regulares que dessem visibilidade aos projetos desenvolvidos no PFRH e nos projetos selecionados nos editais institucionais, criando-se uma atmosfera de debate científico que retroalimentaria a comunidade discente e docente, no sentido de estimular a pesquisa científica no IFRN.

Com este trabalho, pretendemos suscitar questionamentos sobre a educação científica no ensino médio, e mais especificamente

31 Maiores informações em: <http://www.cienciarn.com.br/projeto_historico.php>. Acesso em: 09 jun. 2012.

no ensino médio técnico integrado do IFRN. Podemos concluir que a educação científica se caracteriza por um espaço pedagógico diferenciado, não tradicional, que procura romper com alguns paradigmas da educação “bancária” pelo viés da interdisciplinaridade, do papel proativo do aluno e do estímulo ao desenvolvimento da criticidade. A adoção da educação científica nos Institutos Federais ainda é muito incipiente³², na maioria das vezes caracterizada por nenhuma ou pouca institucionalização de uma rotina do fazer científico para o contingente dos alunos. Tal realidade pode ser encontrada também no IFRN, e nosso relato de vivência tem aqui a pretensão de ser não um modelo de condução desse tipo de trabalho, mas uma possibilidade pedagógica que consiga estimular a ampliação do espaço desta prática em nossa instituição.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. **Entre a ciência e a sapiência: o dilema da educação**. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

BECKER, F. **Educação e Construção do Conhecimento**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

CORTEZ, H. Reduzir o consumo: chave para um futuro sustentável. **Revista Cidadania & Meio Ambiente, Caminhando junto com a Sociedade**. Edição Especial, p. 5-21.

FONSECA, D. M. da. A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.34, n.2, p.361-370, maio/ago. 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. Disponível em: <<http://www.forumeja.org.br/files/Pedagogia-doOprimido.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2012.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GOBBI, A. M.; SIQUEIRA, G. R.; VILLAS-BOAS, V. Nova Metodologia para estruturação de mostras científicas e tecnológicas em

³² Esta afirmação é corroborada pelo pouco debate deste tema no último Fórum mundial de Educação profissional e tecnológica. Para ver a programação do evento acesse: <http://2sitetfmept.ifsc.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=162&Itemid=98&lang=br>. Acesso em: 09 jun. 2012.

escolas de ensino médio. In: VILLAS-BOAS, V.; MIOTTO, F.; MARTINS, J. A. (orgs). **Novas Metodologias para o Ensino Médio em Ciências, Matemática e Tecnologia**. Brasília: ABENGE, 2011. p.343-357.

GRISA, A. M. C.; NETO, O. I. R. Polimerizando as aprendizagens. In: VILLAS-BOAS, V.; MIOTTO, F.; MARTINS, J. A. (orgs). **Novas Metodologias para o Ensino Médio em Ciências, Matemática e Tecnologia**. Brasília: ABENGE, 2011. p.22-32.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões sobre Ciências e sobre o Cientista entre estudantes do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 15, p. 11-18, 2002.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber: Manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Porto Alegre: Artes Médicas, Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

LEI nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao>>. Acesso em: 09 jun. 2012.

LIMA, H. F. de. Em busca do reconhecimento social: a importância da prática docente. I Semana de Humanidades, Fafic/Uern. GT 02 – **Diálogo Pedagógico: Reflexões Sobre Fatores Intervenientes no Trabalho Docente**. 8 a 12 de novembro de 2010.

MINC, C. Ecologia e Cidadania. São Paulo: Moderna Editora. 1998.

PACHECO, E. M.; PEREIRA, L. A. C.; SOBRINHO, M. D. **Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: Limites e Possibilidades. Linhas Críticas**, Brasília, v.16, n.30, p.71-88, jan./jun. 2010.

PÉREZ, C. L. V. **O lugar da memória e a memória do lugar na formação de professores: a reinvenção da escola como uma comunidade investigativa**. Disponível:<www.anped.org.br/reunioes/26/trabalhos/carmenluciavidalperez.rtf>. Acesso em: 09 jun. 2012.

PESCUMA, D.; CASTILHO, A. P. F. de. **Projeto de Pesquisa. O que é? Como fazer? Um guia para sua elaboração**. São Paulo: Olho d'Água, 2005.

SCOTTO, G.; CARVALHO, I. C. de M.; GUIMARÃES, L. B. **Desenvolvimento Sustentável**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

SAVIANI, D. **As concepções pedagógicas na história da educação brasileira**. Disponível em: <www.joinville.udesc.br/portal/professores/maria/materiais/Saviani_Concep__es_Pedag_gicas__2005.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2012.

SEVERINO, A.J. **Metodologia do trabalho científico**. Ed. Cortez: São Paulo, 2007.

TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

VILLAS-BOAS, V.; MARTINS, J. A.; BOOTH, I. A. S.; JÚNIO, O. G.; LIMA, F. C. I. G. de.; SAUER, L. Z. Novas Metodologias para o ensino médio em Ciências, Matemática e Tecnologia. In: VILLAS-BOAS, V.; MIOTTO, F.; MARTINS, J. A. (orgs). **Novas Metodologias para o Ensino Médio em Ciências, Matemática e Tecnologia**. Brasília: ABENGE, 2011.p.9-21.

ZIMAN, J. **O homem e a Ciência**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

ANEXOS

Tabela 1: Obras utilizadas e principais temas debatidos na 1ª etapa dos encontros do grupo de pesquisa.

TEXTO/FILME	AUTOR	FONTE	TEMAS DISCUTIDOS
O que é científico?	Rubem Alves	“Entre a Ciência e sapiência”	Criatividade e tradição; O que é mesmo ciência?; A importância da metodologia; O ofício da ciência; Objetivo da ciência e O método científico.
A coisa mais preciosa; Ciência e esperança.	Carl Sagan	“O mundo assombrado pelos demônios”	Ciência e pseudociência: Qual a diferença? Razão, fé, democracia e ciência; Relativização do conhecimento científico e Desmitificando a “bondade” científica.
Que é a ciência? Ciência e não-ciência.	John Ziman	“Conhecimento Público”	A ciência e seus sinônimos; A ciência e as diversas formas de conhecimento; A ciência e o princípio da indução; A pesquisa científica como atividade social e A ciência como conhecimento público.
Filme “O Óleo de Lorenzo”, 1992.	George Miller	Filme “O Óleo de Lorenzo”, 1992.	Relação entre ciência e a sociedade leiga; Pode um leigo fazer ciência?; Frieza científica x ética científica; Importância da socialização do conhecimento científico e interesses econômicos x interesses sociais no fazer científico.
Teoria e prática científica	Antonio Joaquim Severino	Metodologia do trabalho científico	O método como caminho do conhecimento científico: Indução e dedução no método científico; Metodologias das ciências naturais e das ciências sociais; Paradigmas metodológicos das ciências sociais e Tipos de pesquisa.
A Pesquisa científica hoje	Christian Laville & Jean Dionne	A construção do saber: Manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas.	Ciências naturais x ciências humanas; Caracterização do método científico em ciências humanas; Complexidade dos fatos humanos; Multidisciplinaridade.

Tabela 2: Lista das obras utilizadas e principais temas debatidos nos encontros do grupo de pesquisa, segunda etapa (discussões sobre metodologia científica e sobre a problemática ambiental)

TEXTO/FILME	AUTOR	FONTE	TEMAS DISCUTIDOS
“Projeto de Pesquisa O que é? Como fazer?”	Pescuma & Castilho, 2005	Projeto de Pesquisa O que é? Como fazer?”	Como elaborar um projeto de pesquisa.
Desenvolvimento sustentável(DS)	Scotto et al., 2007	Desenvolvimento Sustentável	Debate sobre o conceito de DS e os caminhos para alcançá-lo.
“Caminhando Junto com a Sociedade”	Cortez, 2009	Revista Cidadania e Meio Ambiente	Consumo
Meio ambiente na história	Carlos Minc	Ecologia e Cidadania	Capitalismo, industrialização e meio ambiente.
Home – nosso planeta, nossa casa	Y. Arthus Bertrand	Home – nosso planeta, nossa casa	A crise ambiental a partir de imagens aéreas pelo mundo.
A última Hora	Nadia Connors e Leila Connors Petersen	A última Hora	Origens da crise ambiental; as catástrofes ambientais; perspectivas de mudança de paradigmas para se alcançar a sustentabilidade ambiental.

TECNOLOGIAS EDUCATIVAS NO ENSINO DE BIOLOGIA: A UTILIZAÇÃO DE JOGOS DE COMPUTADORES

JOZIRENE CORDEIRO DE SOUZA³³

INTRODUÇÃO

Segundo Wang (2005), a utilização de jogos computacionais como ferramenta educativa é, ao mesmo tempo, controversa e desconhecida. Porém, muitas universidades mundialmente respeitadas, tais como Harvard, MIT (Massachusetts Institute of Technology), Georgia Tech, Universidade de Wisconsin-Madison, Carnegie Mellon, Oxford e Universidade de Copenhague, estão conduzindo projetos e estudos sobre o uso de jogos de aprendizagem (MCLESTER, apud WANG, 2005).

Wang (2005, pag. 1) aponta que

“recentes estudos e projetos apontam os jogos de aprendizagem como tendo grande potencial para atingir a geração atual de “nativos digitais”, ou seja, todos aqueles já acostumados com vídeo games, e-mail, chat, telefones celulares e outras tecnologias interativas.”

Os jogos, dessa forma, aparecem como uma inovação no processo de ensino. Pode-se afirmar que são uma potencial ferramenta, no contexto atual, que pode contribuir com o desenvolvimento do ensino e da aprendizagem, pois desperta o interesse dos jovens. Vê-se nela a possibilidade de desenvolver diversas áreas cognitivas e poder dar um novo sentido à contextualização para desenvolver

³³ Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Nordeste, especialização em Gestão Escolar pela Universidade Federal de Rondônia e especialização em Didática Geral pela Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras de Jales. É Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Pesquisadora na área de Tecnologias Educacionais no Ensino de Biologia.

uma aprendizagem mais significativa, segundo Ausubel (apud FARIA, 1989), mediante a relação entre estrutura cognitiva do aprendiz e as novas informações com as quais estabelecem relações não-arbitrárias e substantivas. Ou seja, a construção de sentidos para a nova informação dá-se a partir dos conhecimentos que os(as) alunos(as) já têm sobre o objeto de estudo. Dessa forma, o conteúdo precisa integrar com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva para que a mesma não se torne mecânica e facilmente esquecida pelos alunos(as).

No ensino de Biologia, apostamos que a interação entre conteúdos e tecnologia, através dos jogos, possa agir positivamente na construção desse aprendizado significativo. Tomou-se como ponto de partida algumas dificuldades básicas na disciplina Biologia para tentar desenvolver uma proposta ousada, associando-se conteúdo com ferramentas tecnológicas e trazendo-os para o cotidiano da sala de aula no intuito de tornar o aprendizado mais significativo, dinâmico e prazeroso.

Não obstante, achou-se necessário que se pensasse uma proposta que também priorizasse o envolvimento do(a) aluno(a). Com este propósito, procurou-se desenvolver uma tecnologia que possibilitasse ao educando ser protagonista de sua própria aprendizagem, dentro de um paradigma construtivista.

Na área do ensino, há publicações que discutem os sentidos que o termo construtivismo aponta na área educacional. Entre outros, destacamos Cubero (2005), Carretero (1997) e Gil Perez et al. (1999). Cubero (2005) identificou três níveis de análise para os postulados dos “diversos construtivismos”: o epistemológico, o psicológico e o educativo. Ele destaca, inicialmente, que o construtivismo é uma perspectiva epistemológica que de certo modo tenta explicar a natureza do conhecimento, sua origem e mudança, e que o conhecimento é a interação entre o sujeito e a realidade. Assim, o sujeito é o agente ativo na construção do conhecimento.

Quanto ao sentido psicológico e ao educativo, existem várias referências sobre os mesmo, tais como o construtivismo piagetiano, o construtivismo cognitivo, o construtivismo sociocognitivo, a aprendizagem significativa e a teoria da construção do conhecimento em domínio específico. Galiazzi (2000, p.151) enumera uma multiplicidade de significados, destacando que

“[...] existem vários construtivismos. E em todos os campos teóricos entendo-os como um modo de pensar sobre como ocorre o conhecimento no indivíduo, no grupo, na pesquisa, na sala de aula. Em todos, domínio é referência, não um modelo. É um ponto de partida não de chegada [...] cada professor constrói o seu modelo construtivista de ser professor e este modelo não estático, pode ser testado, reformulado, construído e reconstruído”

Como afirma Galiazzi, o professor possui metodologias próprias e dinâmicas. Baseada nesse princípio é que surgiu a ideia de inovar as aulas de biologia através do desenvolvimento de softwares educativos. Sua produção surge a partir das inquietações da sala de aula, contemplando a relação ensino-pesquisa.

Foi trazido aqui um desafio, que busca despertar o interesse dos (as) alunos(as) pelos conteúdos de Biologia e levá-los (as) a construir um aprendizado mais significativo à medida que se relacionam com os conteúdos ao longo dos jogos. Espera-se que o manuseio das ferramentas tecnológicas, tão presentes no dia-a-dia, proporcione aos(às) alunos(as) acesso às informações de que necessitam para a resolução de problemas no aprendizado de Biologia.

A presente pesquisa apresenta dois jogos, que serão detalhados no decorrer do texto: Biofilia e *Plantae*, que pretendem desenvolver o conhecimento do aluno nas áreas de botânica e citologia. Ambos estão em fase de experimentação. Os softwares são pensados pela pesquisadora que os apresenta e construídos por alunos bolsistas de iniciação à pesquisa dos Cursos Técnicos Integrados da área de Informática, do Instituto Federal do Rio Grande do Norte, câmpus Natal Central. Posteriormente, serão aplicados em turmas do primeiro ano dos demais Cursos Técnicos Integrados do IFRN, no mesmo câmpus.

UM NOVO ENSINO PARA UM NOVO MUNDO

A escola precisa adquirir um novo modelo que venha a contemplar determinadas exigências do mundo contemporâneo, tais como uma formação de caráter mais contextualizado e o estímulo à produção de conhecimentos. Para isso, é necessário que se pense

novas metodologias de ensino e aprendizagem, que sejam criativas e inovadoras e que visem à difusão de conhecimentos adquiridos para além dos limites do ambiente escolar, pois, segundo Freire (1975), em relação a função da educação/escola: “a educação visa não apenas inserir o homem no mundo, mas com o mundo, de uma forma crítica e autônoma”.

Nosso mundo contemporâneo é célere e exige da escola repensar sua proposta de ensino. Porém, essas transformações não acontecem na mesma velocidade das inovações científicas e tecnológicas, principalmente no ensino nas áreas das Ciências Naturais. Nesse contexto, destacamos a área de Biologia, que ainda se utiliza de metodologias que primam pela teoria, contribuindo assim com um aprendizado “decorado”, contradizendo a era tecnológica. Como argumenta Krasilchik (2004), o ensino de biologia nas escolas brasileiras ainda é bastante teórico, prendendo-se à descrição e segmentação dos conteúdos, visando apenas à memorização dos mesmos.

Nesse contexto, aliar os conteúdos necessários ao desenvolvimento das Ciências Naturais com a tecnologia digital apresenta-se como uma proposta que mobiliza competências cognitivas e criativas e ao mesmo tempo motiva os aprendizes dessa nova geração a construir o seu próprio conhecimento de forma lúdica, autônoma e dinâmica.

Freire (1997) insiste que formar é muito mais do que puramente treinar aprendizes de técnicas. O educador que “castra” a curiosidade do educando em nome da eficácia da memorização mecânica dos conteúdos o tolhe de sua liberdade de aventurar-se.

Os softwares como recurso didático e mediadores da aprendizagem

Estudos mostram que quando se fala em construção de jogos educativos, há uma dificuldade em sua elaboração, pois os mesmos não têm a mesma interatividade, dinamismo, estímulo e desafio de um jogo de computador “comum”.

Neste campo, predominam dois tipos de visão excludentes:

- 1- a visão de técnicos e profissionais da área tecnológica, que tendem a desenvolver jogos apenas sobre questões estimulantes, tornando secundário o processo pedagógico;
- 2- profissionais da educação, que enfatizam exageradamente

a questão pedagógica, deixando o jogo sem atratividade para um aluno que já está “mal acostumado” com a interatividade e o estímulo do mundo tecnológico.

Acredita-se que é possível a elaboração de um jogo educacional em 2D, que tem como base a união das duas visões supracitadas. A área técnica apresenta uma característica que pode ser usada na área pedagógica com respeito à atratividade fornecida ao aluno. De acordo com Rieder, Zanelatto e Brancher (2005), a atratividade dos jogos desperta emoção, conduzindo o usuário a uma experiência eufórica de apreciação, que aumenta a motivação para enfrentar as situações apresentadas.

Nesse tipo de software, pode-se aliar o prazer ao lúdico, com indução à aplicação e construção do aprendizado e exploração dos conteúdos trabalhados em sala de aula, da mesma forma como no cotidiano do educando. Não se trata simplesmente de uma inovação tecnológica a ser apresentada aos alunos para que os mesmos a manuseiem mecanicamente, mas sim da utilização de uma importante ferramenta que corrobora com a afirmação de Valente (1993): “o computador não é mais o instrumento que ensina o aprendiz, mas a ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo, e, portanto, o aprendizado ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa por intermédio do computador”.

APRESENTANDO E EXPLORANDO OS JOGOS

Jogo Biofilia

O jogo “Biofilia” oportuniza o aluno/usuário a interagir com os conteúdos de Biologia, especificamente Citologia, de forma construtiva, dinâmica e lúdica. Segundo Lemos (2000), “a interatividade digital é compreendida como um tipo de relação tecno-social, ou seja, como um diálogo entre homem e máquina, através de interfaces gráficas, em tempo real”.

Ao manusear e interagir no ambiente do jogo, o aluno/usuário aprimora a teoria e a contextualiza em um ambiente simulado digital de forma prazerosa, utilizando os conteúdos de Citologia. Durante o jogo, o usuário controla uma célula, ultrapassando vários níveis, resis-

tindo a ondas crescentes de vírus e bactérias.

A célula conta com uma produção limitada de energia, devendo o jogador utilizar de estratégias para economizar o seu gasto. No progresso, o jogador pode coletar genes e utilizá-los para o desenvolvimento de suas estruturas celulares, cujos efeitos estão relacionados à sua real função, como mostra a Figura 1.

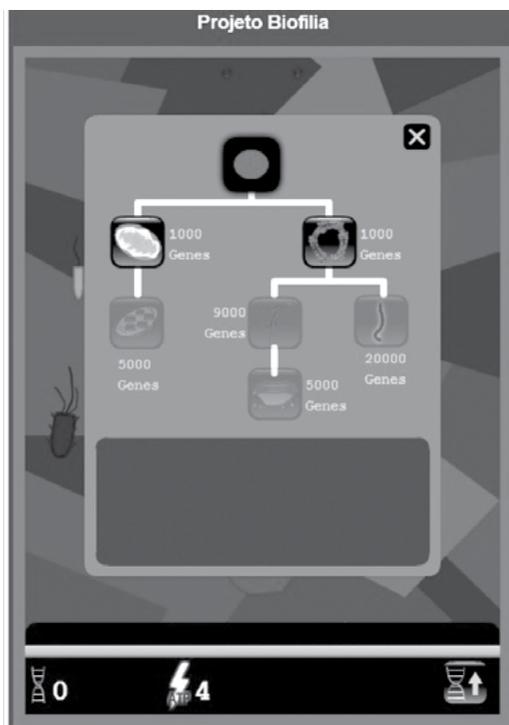


Figura 1: Ambiente virtual jogo Biofilia

Essa ferramenta educacional passou por seu primeiro momento de experimentação na EXPOTEC/2010 – Exposição Científica, Tecnológica e Cultural do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – do câmpus Natal Central. Na sua apresentação, foram realizadas demonstrações para que o usuário entendesse seu objetivo e se lançasse ao desafio do jogo.

Houve 540 participações, das quais só conseguiram chegar ao término do jogo 13 alunos/usuário. Observamos que muitos não ti-

nham paciência de ler as instruções e outros simplesmente não entendiam a sua complexidade em relação à proposta de conteúdos aplicados por falta de conhecimentos prévios.

Essa última dificuldade atrapalha o entendimento do contexto do jogo e é justamente aí o ponto chave para o qual a proposta aponta, pois o desempenho do aluno que depende desses conhecimentos prévios servirá de termômetro para a condução do planejamento de ensino nos conteúdos. Também se acredita que o desafio de superar as diversas fases despertará o interesse do aluno em buscar os conhecimentos necessários para vencer as etapas e mudar de um nível mais simples para outro mais complexo.

Jogo Plantae

O jogo tem como objetivo permitir o desenvolvimento de um método de ensino-aprendizado lúdico que transmita conhecimentos ao educando de forma eficiente. São visados os conhecimentos da disciplina de biologia relacionados ao tema ecologia. Entre estes estão teia alimentar, ciclos da matéria e energia, relações interespecíficas, progressão ecológica e taxonomia. A plataforma utilizada para a ferramenta lúdica é o ambiente digital, acessível por computadores e *smartphones*.

Ferramentas computacionais

As ferramentas computacionais utilizadas na construção do jogo são as mesmas utilizadas por algumas empresas que desenvolvem jogos comerciais e principalmente empresas do ramo de publicidade. Para a arte finalização dos desenhos foi utilizado o Adobe *PhotoShop CS3/CS5*; para a união dos elementos visuais, sons e a lógica do game foi utilizado o Adobe *Flash CS3*, tendo a tecnologia XML como suporte; para a escrita dos códigos de computador foi utilizado o *Flash Developer*; para a edição dos sons foi utilizado o *Audacity*. O jogo roda por meio do Adobe *Flash Player*, que geralmente já vem instalado nos navegadores mais modernos, podendo, portanto, ser rodado tanto no navegador – assim como aplicações de sites – ou de forma independente. As figuras 2 e 3 mostram *screenshots* do jogo.

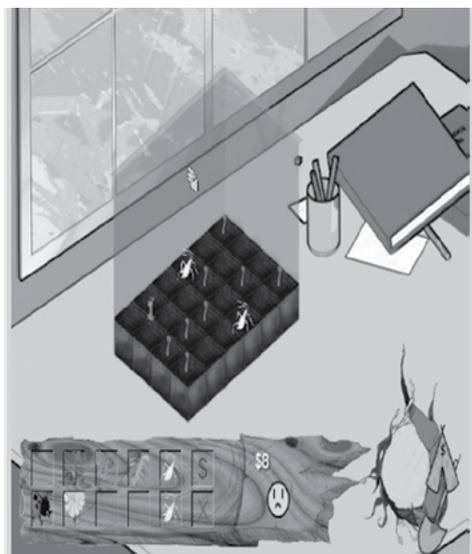


Figura 2: Ambiente virtual jogo Plantae

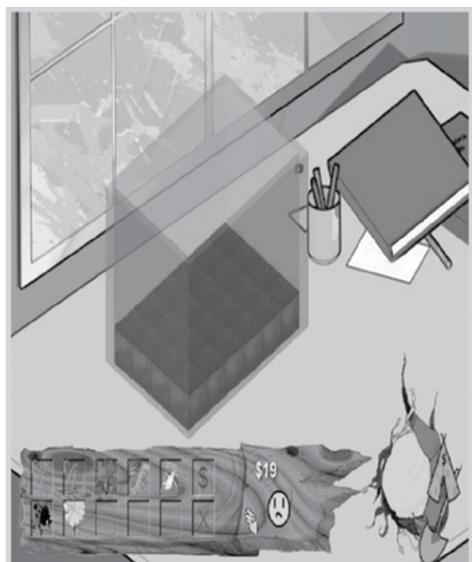


Figura 3: Ambiente virtual jogo Plantae 4

Enredo do jogo

A história passada no *Plantae* é a de um menino que, como trabalho escolar, tem de produzir um terrário. Nesse terrário (ecossistema) há elementos (plantas, animais pequenos, insetos) que podem ser comprados com dinheiro (virtual), e esse suporte dado ao aluno/usuário personagem seria por meio de patrocinadores, pessoas que reconhecem o esforço e trabalho do aluno/usuário e fornecem dinheiro para a compra de elementos. À medida que o aluno/usuário consegue controlar os fatores abióticos (elementos não-vivos), como nível de umidade do ar, umidade do solo, concentração de CO₂ etc., ele ganha mais dinheiro (é reconhecido pelo patrocinador) e pode comprar mais elementos, assim como pode também passar de nível e comprar um terrário (ecossistema) maior (dando espaço para elementos maiores). As Figuras 4 e 5 mostram *screenshots* do jogo.



Figura 4: Ambiente virtual jogo Plantae



Figura 5: Ambiente virtual jogo Plantae 2

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antes de construir um jogo de caráter educacional, é preciso ter em mente que o jogo não é a única ferramenta tecnológica educacional capaz de desenvolver as habilidades cognitivas, nem tão pouco deve ser autossuficiente o bastante a ponto de substituir o educador no processo de educação. Porém, compreende-se os jogos de computador como uma forma de potencializar o processo de aprendizagem, em especial o ensino de Biologia.

Um ponto também importante a ser ressaltado é que, para um jogo ter sucesso, ele precisa ter em sua estrutura a combinação

perfeita de história, interatividade e eficiência na conclusão de seus objetivos, estando essa eficiência presente apenas em jogos de propósito educacional.

É possível deduzir que os jogos educativos poderão se tornar uma ferramenta bastante comum no futuro, dependendo somente da eficiência dos mesmos. Portanto, um roteiro não precisa ser pedagogicamente rico, porém o jogo precisa ser eficaz na passagem desse conhecimento ao aluno/usuário. Desse modo, unir todas essas descobertas aliadas à computação gráfica, técnicas de inteligência artificial, processamento interativo na internet e composições gráficas e sonoras de excelência efetivam a imersão e incremento das chances de sucesso dos jogos educativos de computador.

A tecnologia na educação, especialmente a informática, é uma forte ferramenta que auxilia o ensino/aprendizagem e desperta o educando para novos horizontes quando bem direcionados, contribuindo para o crescimento integral e desenvolvendo a cidadania, que deverá ir de encontro a um novo desafio da escola, que é de preparar jovens para o mundo do trabalho. Diante dessa nova perspectiva, se faz necessário um redirecionamento nas estratégias de como conduzir as propostas curriculares, com o propósito de contemplar essas novas ações, despertando os educandos que tenham aptidões para gerir seus próprios conhecimentos e levando-os a desenvolverem softwares educacionais na área de Ciências Naturais de acordo com uma nova metodologia de ensino aprendizagem, que contempla o tripé ensino-pesquisa-extensão. Para uma resposta concreta, iremos expô-lo à apreciação pública nos vários segmentos de ensino do instituto e da região local, assim havendo a democratização do ensino tecnológico.

REFERÊNCIAS

AMABIS, J. M; MARTHO, G. R. **BIO: Manual do professor**. 3. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2010. 584 p.

BRANQUINHO, L. A. **A Prática Pedagógica da Educação Atual**. Disponível em: <<http://www.meuartigo.brasilecola.com/pedagogia/a-pratica-pedagogica-educacao-atual.htm>> Acesso em: 11.jan.2011.

CARRETERO, M. **Construir e Ensinar as Ciências Sociais/hist.** São Paulo: Artmed, 1997.

CASTRO, A. H. **O professor e o mundo contemporâneo.** Jornal O Diário Barretos, opinião aberta, 08 jul 2004.

CUBERO, R., **Perspectivas Construtivistas. La Intersección entre el Significado, la Interacción y el Discurso.** Graó, Barcelona, 2005.

DOWBOR, L. **A reprodução Social.** São Paulo: Vozes, 1998.

FARIA, E. T. **O professor e as novas tecnologias.** Ser Professor. 4. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004 (p. 57-72)

FARIA, W. de. **Aprendizagem e planejamento de ensino.** São Paulo, Ática, 1989.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

_____. **Extensão ou comunicação?** 8. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

GALIAZZI, M. C. **Educar pela pesquisa: espaço de transformação e avanço na formação do professor de Ciências.** Porto Alegre, 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

GADOTTI, M. **Perspectivas atuais da educação.** Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

GAGNÉ, R. M. **The Conditions of Learning.** 3. ed. Holt, Rinehart e Winston, 1974.

GIL PÉREZ, D. et al. ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? Enseñanza de las Ciencias, v.17, n.3, 1999.

JUCÁ, S. C. S. **A importância dos Softwares educativos na educação profissional.** Disponível em: <<http://www.seminfo.com.br/anais/2006/pdf/a12.pdf>>. Acesso em: 11.jan.2011.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia.** 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004. 197 p.

LEMOS, C. **Inovação na Era do Conhecimento.** Parcerias Estratégicas n. 8. Maio, 2000.

LOPES, S.; ROSSO, S.; **BIO: Manual do professor.** São Paulo: Editora Saraiva, 2010. 112 p.

RIEDER, R.; ZANELATTO, E.M.; BRANCHER, J.D. Observação e Análise da Aplicação de Jogos Educacionais Bidimensionais em um Ambiente Aberto. INFOCOMP - Journal of Computer Science, Lavras, v. 4, n. 2, p. 63-71, Jun. 2005.

SALUSTIANO, G. M. M. SILVA, S. R. P. da. **Contribuições da mídia para o ensino de Biologia na educação de jovens e adultos – EJA.** Disponível em: <http://dmd2.webfaccional.com/media/anais>

SEZAR, C.; CALDINI. **Biologia: Manual do professor.** 9. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2010. 144 p.

VALENTE, J. A. **Diferentes usos do computador na educação.** Em Aberto. Brasília, ano 12, n.57, jan./mar. 1993. p. 3-16.

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS, CONCEPÇÕES E OS LIMITES E POSSIBILIDADES DE SUA UTILIZAÇÃO EM ESCOLAS PÚBLICAS DO RIO GRANDE DO NORTE – BRASIL

KELVIN BARBOSA DE OLIVEIRA³⁴

MAGNÓLIA FERNANDES FLORÊNCIO DE ARAUJO³⁵

INTRODUÇÃO

Muitas pesquisas indicam que existe um consenso entre a maioria dos professores de que o desenvolvimento de atividades experimentais é uma importante ferramenta no ensino de Biologia, embora também indiquem a existência de vários problemas relacionados à experimentação, principalmente no que diz respeito ao modo como essas atividades são desenvolvidas. Nesse contexto, entendemos que a utilização mais eficiente do ensino experimental nas escolas permitirá a formação de novas gerações de estudantes com uma sensibilidade mais profunda para as questões relacionadas com a ciência e a tecnologia.

34 Mestre e Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Possui graduação em Ciências Biológicas Licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e graduação em Geociências Licenciatura pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Atualmente é prof. de Educação Básica Técnica e Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Como pesquisador atua principalmente nos seguintes áreas: atividades experimentais no ensino de biologia, poluição aquática e educação ambiental.

35 Possui doutorado em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos, mestrado em Bioecologia Aquática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, especialização em Microbiologia, graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, licenciatura e bacharelado, é professora associada I da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Tem experiência na área de Microbiologia ambiental, com ênfase em Ecologia de Microrganismos aquáticos, atuando principalmente em ecossistemas aquáticos do semiárido norte-rio-grandense. Em uma segunda linha de trabalho e orientação de alunos de pós-graduação, tem pesquisado sobre as dificuldades de aprendizagem e concepções alternativas de professores e alunos do ensino básico em conteúdos de Biologia, além de desenvolver trabalhos de divulgação científica e educação ambiental em Região do semiárido do Rio Grande do Norte, com ênfase na educação biológica para desenvolvimento sustentável.

O contato com o ensino experimental pode ser muito útil, não apenas para aqueles que pretendem seguir carreiras relacionadas com a ciência e a tecnologia, mas para os educandos de maneira geral, tendo em vista que estimula o espírito crítico e a capacidade de adaptação a novas circunstâncias. Entretanto, é preciso reconhecer que uma atividade experimental não deve ser usada apenas como ferramenta para verificar teorias e seus limites de validade, mas também para contribuir no desenvolvimento da capacidade de generalização de conceitos e na promoção do conflito cognitivo.

Os professores de ciências, neste caso particular, os de Biologia, em geral acreditam que a melhoria do ensino também está relacionada à introdução da experimentação em forma de aulas práticas no currículo. Em pesquisa realizada por Kerr (1963, apud HODSON, 1988), em época de grande difusão das atividades experimentais nas escolas do mundo todo, professores apontaram dez motivos para a realização das atividades experimentais na escola: a) estimular a observação acurada ao registro cuidadoso de dados; b) promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum; c) desenvolver habilidades manipulativas; d) treinar em resolução de problemas; e) adaptar as exigências das escolas; f) esclarecer a teoria e promover a sua compreensão; g) verificar fatos e princípios estudados anteriormente; h) verificar o processo de encontrar fatos por meio da investigação chegando aos princípios; i) motivar e manter o interesse na matéria; e j) tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência.

Entendemos que é difícil conceber o ensino de Biologia sem atividades experimentais, embora se admita que nem sempre se encontram condições favoráveis para tal prática. Em suma, esta investigação partiu em busca de avaliar, no universo amostral pesquisado, os limites e as possibilidades de utilização das atividades experimentais como instrumento didático em aulas de Biologia. Para isso, foram traçados como objetivos: 1- Caracterizar e comparar os espaços existentes em escolas federais (EF) e estaduais (EE) para atividades experimentais no ensino de Biologia; 2- Identificar e comparar as principais dificuldades de natureza pedagógica enfrentadas pelos professores de Biologia para realização de atividades experimentais em escolas Federais e Estaduais; 3- Identificar as concepções de professores acerca de atividades experimentais.

Assim, esperava-se que esta pesquisa permitisse traçar um panorama atual sobre a utilização de atividades experimentais no ensino de Biologia em escolas Federais e Estaduais do Rio Grande do Norte e que esses indicadores pudessem servir para futuras intervenções no sentido de melhorar o uso da experimentação no ensino dessa disciplina, assim como propiciar um espaço que sirva de reflexão para os docentes analisarem as concepções de atividades experimentais que acompanham suas práticas e influenciam no seu fazer docente.

Os PCN (1988) propõem, para o ensino médio, o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar e formular, ao invés do simples exercício de memorização. Entendemos que o modelo do tipo “receita de bolo”, com roteiros preestabelecidos nos quais os alunos recebem a lista do material e todo o procedimento a ser desenvolvido na atividade experimental, no mínimo merece uma reflexão profunda a respeito de sua contribuição para o desenvolvimento das referidas habilidades, não servindo apenas como uma ferramenta para despertar a curiosidade por objetos não usuais e situações diferentes da sala de aula.

Entendemos que, para que o professor possa compartilhar uma visão de ciência com seus alunos, é necessário que o mesmo se aproprie desse saber, caso contrário, torna-se ineficaz qualquer modelo de atividade experimental que se possa propor. De nada vale um laboratório com equipamentos de última geração se o professor não se sente seguro em ministrar atividades experimentais, ou avaliar quando de fato elas são necessárias. Esta pesquisa não entra no mérito da formação do docente, mas, pelo menos durante a graduação, essa concepção de ciência deveria acontecer, bem antes desse profissional iniciar sua prática. De acordo com Delizoicov (2007), a ação docente deve construir o entendimento de que o processo de produção do conhecimento que caracteriza a ciência e a tecnologia constitui uma atividade humana, sócio-historicamente determinada, submetida a pressões internas e externas, embora ele mesmo explicita que existe uma grande dificuldade, por parte dos docentes, de enfrentamento desse desafio.

Abordaremos o conceito de concepção segundo Japiassú (2008), cuja origem vem do latim *conceptio*, que significa “a operação

pelo qual o sujeito forma, a partir de uma experiência física, moral, psicológica ou social, a representação de um objetivo de pensamento ou conceito. [...] Operação intelectual pela qual o entendimento forma um conceito.” Entendemos que os instrumentos utilizados na coleta de informações (questionário/entrevista) permitiram que os sujeitos dessa pesquisa expressassem, através de suas vivências, seus conceitos em relação às atividades experimentais.

O USO DIDÁTICO DA EXPERIMENTAÇÃO E A RELAÇÃO COM A CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA

As diferentes formas de ver a construção do conhecimento científico influenciam na prática daqueles que ensinam ciências, seja de maneira consciente ou inconsciente, estendendo-se, conseqüentemente, ao modo como planejam e conduzem a experimentação como instrumento didático.

Dessa forma, reafirmamos as diferentes percepções de experimentação que são postas pelo Racionalismo, Empirismo e Construtivismo, tendo estas como as três principais concepções de ciências em vigor hoje segundo Chauí (apud VILLATORRE et al., 2008).

No Racionalismo, a experimentação é utilizada para verificar e confirmar as teorias dadas. No Empirismo, a experimentação ganha papel de destaque, sendo utilizada como principal ferramenta de construção e verificação de teorias. Ambas consideram a representação científica como uma representação verdadeira do real. (VILLATORRE et al., 2008).

Na perspectiva construtivista, a ciência assume outro significado à medida que “oferece estruturas e modelos de funcionamento da realidade”, como verdade aproximada passível de correções a até mesmo abandonos. Dessa forma, “a experimentação pode guiar e modificar axiomas, postulados, definições de demonstrações” Chauí (apud VILLATORRE et al., 2008).

Observa-se que os diferentes modos de ver a ciência geram diferentes enfoques para a experimentação e conseqüentemente para a ação do professor durante o planejamento e execução das atividades experimentais. Uma concepção empirista-indutivista citada por Charmers (1993 apud BORGES, 2002) como indutivismo ingênuo que

aceita o conhecimento científico como verdade ou descoberta que tem origem no acúmulo de observações cuidadosas de algum fenômeno por um pesquisador imune de pré-concepções e sentimentos que utiliza o método científico para atingir aos resultados cientificamente válidos.

No ensino de Biologia, as atividades experimentais são frequentemente apontadas como importante ferramenta para minimizar problemas de aprendizado relacionados ao conteúdo da disciplina. Porém, há ainda a predominância do uso de manuais de apoio e livros didáticos apoiados em abordagens tradicionais de confirmação e verificação de teorias previamente definidas.

Nos últimos anos, vários trabalhos foram realizados no sentido de criticar essa forma de abordagem experimental nas aulas de Ciências. (HODSON, 1994; GIL-PEREZ & VALDÉS CASTRO, *sine datum*; GONZÁLES, 1992). Entretanto, existem estudos que buscam e mencionam modelos que levam o professor a utilizar a experimentação como uma ferramenta de investigação, descoberta e aprendizagem significativa. Entendemos que a construção de um olhar diferenciado sobre o uso da experimentação no ensino de Biologia é um processo que passa por toda a formação do sujeito durante o percurso escolar fundamental, médio e superior, bem como na formação dos professores da área, na construção de sua percepção de ciência e do seu fazer docente, além das condições materiais que lhes são disponíveis no seu ambiente de trabalho após seu ingresso nas escolas em que atuarão.

METODOLOGIA E INSTRUMENTOS

Inicialmente, partiu-se de um estudo exploratório, que segundo Triviños (2008, p. 35): “[...] permite ao investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema [...] ou delimitar e manejar com maior segurança uma teoria que cujo enunciado resulta demasiado amplo para o resultado da pesquisa que deseja realizar.”

Logo após, foram elaborados e aplicados os instrumentos de coleta de dados: questionários uniformizados, entrevistas semi-estruturadas, visitas aos locais pesquisados e registros fotográficos. E, finalmente, para análise do questionário e da entrevista, utiliza-

mos alguns elementos da análise de conteúdo. Segundo Richardson (2009, pag. 229), a análise de conteúdos pode ser utilizada em diversos campos de aplicação e análise. Dentro do aspecto linguístico, pode-se analisar escritos e relatos orais, neste caso, questionários e entrevistas.

Os colaboradores/participantes da pesquisa e os espaços escolares estudados

Os sujeitos envolvidos diretamente na investigação são professores da Educação Básica, Ensino Médio, todos eles professores de Biologia da rede pública Estadual e Federal do Rio Grande do Norte – Brasil. No total, participaram 31 professores, sendo 19 de escolas estaduais da Região Metropolitana de Natal-RN e 12 do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN.

A pesquisa foi desenvolvida em 20 (vinte) instituições públicas de Ensino Médio do estado do Rio Grande do Norte, sendo 15 escolas estaduais da Região Metropolitana da cidade do Natal (RN) e 5 (cinco) escolas do IFRN – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. A seleção das escolas da rede estadual ocorreu de acordo com a distribuição geográfica, tendo sido contempladas escolas das Zonas Norte, Sul, Leste (Centro) e Oeste da Região Metropolitana de Natal-RN. Outro aspecto que incorreu na escolha foi o fato de algumas dessas escolas estaduais serem tidas como tradicionais da cidade do Natal. Quanto às escolas da rede federal, IFRN, foram escolhidas pelo fato de fazerem parte da instituição na qual lecionamos a disciplina Biologia no Ensino Médio e, principalmente, por ser considerada uma escola de referência nesse nível de ensino no Rio Grande do Norte. O IFRN conta hoje com onze (11) campi, porém, foram amostrados apenas aqueles que se encontrava em pleno funcionamento no momento da pesquisa: Natal Central, Natal Zona Norte, Currais Novos, Ipangaçu e Mossoró.

Muitos dados foram colhidos diretamente nos locais da pesquisa. Diretores, profissionais técnicos pedagógicos e administrativos também foram ouvidos. Assim, a observação *in loco*, com as devidas anotações e registro fotográfico, foi eminente em todo o processo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterizando os espaços para atividades experimentais de Biologia.

Escolas Federais (EF)

Todas as escolas do IFRN oferecem boas condições físicas para o desenvolvimento de AE, ou seja, todas dispõem de laboratórios, equipamentos, materiais de consumo, entre outros. Todas elas dispõem de laboratórios de Biologia (60%) ou de Ciências (40%) e os professores contam com o auxílio de alunos bolsistas no que diz respeito à preparação das aulas. Em 60% delas existe o apoio adicional de um técnico em laboratório. Com uma média de 40 alunos por turma, às vezes torna-se necessário a divisão das turmas, fato esse comumente ocorrente no Campus da Zona Norte, tendo em vista que o laboratório só comporta em média 25 estudantes.

Historicamente, os Institutos contam com investimentos específicos para o desenvolvimento do Ensino Técnico e, mais recentemente, do Ensino Superior, o que lhes garante a aquisição de diversos laboratórios em diversas áreas de conhecimento, que podem dar algum suporte ao professor de Biologia, como são os casos dos laboratórios: de Alimentos e Microbiologia no Câmpus de Currais novos; de agroecologia do Câmpus de Ipanguaçu; além de Microbiologia e Físico-química do Câmpus Natal Central.

Escolas Estaduais (EE)

A avaliação dos espaços e das condições de utilização dos laboratórios das quinze (15) EE investigadas não foi uma tarefa fácil. O acesso aos laboratórios foi dificultado porque a maior parte dos professores de Biologia envolvidos no estudo não atuava nos laboratórios. Entretanto, todos os ambientes foram observados pelo pesquisador. A falta de uso de alguns equipamentos não permitiu uma avaliação precisa sobre o seu real estado de funcionamento. Em algumas circunstâncias, valeu-se da palavra do professor ou funcionário do estabelecimento de ensino.

Daremos então uma visão geral das EE quanto aos seus espa-

ços e infraestrutura em relação às AE. Os números relatam que 53,3% das instituições apresentam um laboratório de Ciências; 13,3% têm um laboratório de Biologia; 6,7% têm sala-ambiente e 26,7% não dispõem de espaços apropriados para as AE. Ao todo, são dez (10), ou 66,6%, os estabelecimentos que apresentam um laboratório, seja de Biologia ou de Ciências. Das dez contempladas com laboratórios, apenas quatro (04) utilizam o laboratório como apoio às aulas de Biologia. Somando-se com duas (02) escolas que, mesmo sem laboratório, realizam AE, teremos um total de seis (06), ou seja, 40% do total de EE pesquisadas.

A partir dos dados coletados, pode-se fazer as seguintes constatações: 80% dos laboratórios têm uma capacidade média de até 25 alunos, quando a maioria das turmas apresenta uma média de 35 estudantes. Existe uma carência de equipamentos em todas as escolas pesquisadas, apenas 40% delas apresentam microscópios funcionando e mesmo assim numa média de um único aparelho por laboratório. Verificou-se falta de vidrarias em 30% das escolas pesquisadas. Os reagentes encontrados na maioria das escolas mostram-se insuficientes para realização das AE mais rotineiras da disciplina de Biologia, em algumas delas esses materiais encontravam-se com prazo de validade vencido. Observou-se que 70% do total das escolas pesquisadas dispõem de um “kit” de atividades experimentais, inclusive aquelas que não têm laboratório. Entretanto, segundo os docentes, os materiais inclusos no “kit” pouco auxiliam nas AE de Biologia, como é o caso de um microscópio considerado de “brinquedo”.

De acordo com Neves et al. (1998), a aquisição desses “kits” de laboratório teria, dentro de uma perspectiva imediatista por parte do governo, o intuito de resolver os problemas no ensino de ciências, que é visto por muitos como a redenção para o desemprego, a baixa produtividade e os problemas do atraso tecnológico do país. Soma-se a isso a pressão consumista das empresas interessadas em vender esses produtos, que prometem, na compra do “pacote”, além de apostilas e manuais de utilização, um curso para os professores. Porém, de acordo com os atores da pesquisa, nem sempre as escolas adquirem esse “pacote”, sendo assim, as empresas fornecedoras se eximem da responsabilidade do curso de capacitação. Acredita-se que essa foi a situação encontrada na maioria das escolas investigadas, onde esses materiais e equipamentos estavam em completo abandono ou sendo subutilizados pelos professores.

Em apenas 10% das escolas existem problemas nas instalações elétricas e hidráulicas. Não existem, em nenhuma das escolas, alunos monitores, nem tampouco técnicos de laboratório que possam auxiliar o professor na preparação e no planejamento das AE. Na maioria delas, a limpeza do laboratório após a atividade é realizada pelo próprio professor. Apesar da deficiência de equipamentos, reagentes, materiais de consumo e monitor de apoio, acima elencados, observou-se que em 70% das escolas contempladas com laboratório é possível desenvolver algum tipo de Atividade Experimental.

Identificando as principais dificuldades de natureza pedagógica enfrentadas pelos professores de biologia para realização de atividades experimentais.

Para identificar as principais dificuldades de natureza pedagógica, foram utilizadas as subcategorias que dizem respeito a: detectar a disponibilidade do professores para a instituição em que ele trabalha; as vivências em relação às atividades experimentais no percurso formativo do professor, locais disponíveis para realização de AE; dificuldades relatadas pelos docentes; a frequência de AE por ano letivo e os conteúdos que apresentam maior dificuldade para a realização de AE. Segue-se fazendo um paralelo das realidades das Escolas Estaduais e das Escolas Federais.

Vivências em relação às atividades experimentais no percurso formativo do professor

Para Basso (1998), a análise do trabalho docente pressupõe o exame das relações entre as condições subjetivas - formação do professor - e as condições objetivas, entendidas como as condições efetivas de trabalho, englobando desde a organização da prática - participação no planejamento escolar, preparação de aula etc. - até a remuneração do professor. Dessa forma, a análise do trabalho docente em qualquer que seja as suas dimensões deve considerar um conjunto articulado de fatores.

Nesse sentido, Garrido (1999) enfatiza três aspectos que influenciam e são necessários à prática docente: 1) os conhecimentos específicos que os educadores oportunizam aos discentes, proporcionando a estes o desenvolvimento humano e cidadão; 2) os saberes pedagógicos, que são os conhecimentos que os educadores encon-

tram para desenvolver o processo de ensino nos mais diversificados contextos da ação docente e; 3) os saberes da experiência, que dizem respeito ao conjunto de conhecimentos e situações que o educador acumulou durante sua vida. Estes aspectos ou saberes resultam dos encontros e desencontros com as teorias e práticas suas e de outros, de suas indagações sobre a profissão que exercem e lhes permitem construir-se como educadores.

É nessa perspectiva que consideramos importante saber dos discentes pesquisados qual a sua relação ou vivência em relação à AE durante seu percurso formativo, inferindo que essas experiências podem influenciar na prática docente atual desses professores no tocante ao uso de AE, o que está disposto nas tabelas 01 e 02:

Tabela 1– Vivência em relação a atividades experimentais: professores estaduais

PE	Ensino Fundamental	Ensino Médio	Graduação	Curso específico	Prática docente	Livros didáticos	Outros
TOTAL	0	08	16	09	09	10	01
%	0	42,10	84,21	47,36	47,36	52,63	5,26

Tabela 2 - Vivência em relação a atividades experimentais: professores federais

PF	Ensino Fundamental	Ensino Médio	Graduação	Curso específico	Prática docente	Livros didáticos	Outros
TOTAL	1	5	8	5	12	07	02
%	8,3	41,66	66,66	41,66	100	58,33	16,66

Verifica-se que há algumas diferenças, mesmo que não significativas, entre as vivências com AE entre os professores das escolas estaduais e escolas federais no percurso formativo dos dois grupos. Os professores das escolas estaduais declararam ter maior contato com atividades experimentais na graduação, enquanto que os professores das escolas federais intensificam sua vivência na prática docente. Um dado importante é colocado também quando se fala em outros, ou formas individuais de busca e aperfeiçoamento na área, infere-se que os professores das escolas federais buscam mais alternativas que proporcionem melhor atuação com AE.

Em comparação com os resultados que visualizamos na pesquisa, foi possível observar que os professores que declararam ter maiores vivências com AE foram aqueles que, mesmo nas escolas estaduais, onde as condições materiais são menos privilegiadas, declararam realizá-las mesmo em condições adversas. Porém, não se constituiu uma regra, pois em alguns casos, mesmo com pouca vivência em AE durante sua formação, alguns professores declararam fazê-las. Em outros casos, professores que declararam ter experiências com AE do ensino básico à formação continuada declararam não fazer atividades experimentais com os seus alunos. Um, em particular, declarou ter boa formação, que a escola oferece as condições mínimas para atividades experimentais, mas em comparação com os outros entrevistados é o que apresenta maior carga horária trabalhada.

A disponibilidade dos professores e os principais problemas

Os professores das Escolas Federais são todos de dedicação exclusiva, a média de aulas ministradas é de 12 por semana e a média de tempo disponível para planejamento de aulas é de 13,2 horas semanais. Já a realidade dos professores das Escolas Estaduais é bem diferente: 57,9% dos docentes trabalham em mais de uma escola, têm em média 34 aulas semanais e o tempo disponível para planejamento de aulas é de 6,5 horas por semana.

O problema da falta tempo disponível para o planejamento das AE é citado por pesquisadores como Borges (2002), Krasilchik (2005) e Kanbach et al. (2005) como um dos fatores limitantes para a utilização desse instrumento didático, pois, como todo fazer docente, ele carece de planejamento e preparação de materiais, de forma que as duplas ou triplas jornadas de trabalho empreendidas pelos professores da rede estadual podem ser apontadas como um fator importante na baixa utilização de AE no âmbito das aulas de Biologia das Escolas Estaduais, como mostra a tabela 03:

Tabela 3 - Indagação quanto ao desenvolvimento de aulas experimentais

Quantidade	Você desenvolve atividades experimentais na sua escola?	Sim	Não
19	Professores de Escolas Estaduais	09	10
12	Professores do IFRN	12	00

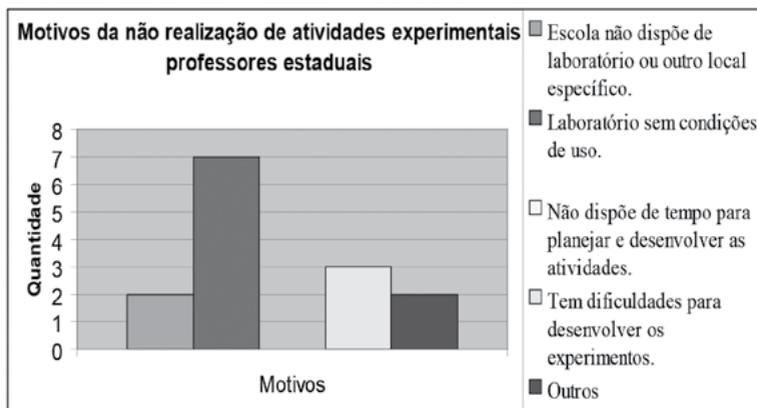


Figura 1 - Motivos de não se realizar atividades experimentais – professores estaduais

O inverso ocorre com os professores da Rede Federal, 100% dos entrevistados declaram desenvolver AE em suas aulas. Ocorre que 09 dos dezenove entrevistados das escolas estaduais, mesmo em condições adversas, declaram realizar algumas atividades práticas relacionadas às AE, de forma a reforçar o que é colocado por Basso (1998), segundo o qual, diferente de outras atividades, a profissão docente é revestida de autonomia, pois “permite uma avaliação e um planejamento contínuos do trabalho, orientando modificações, aprofundamentos e adequações do conteúdo e metodologias a partir da situação pedagógica concreta e imediata.”

Aos professores da rede estadual que declaram não realizar atividades experimentais foi lançada a questão que os interrogava quais os motivos da não realização. Os resultados estão expostos na Figura 01. Os entrevistados podiam assinalar mais de uma alternativa, por isso a soma dos percentuais ultrapassa os 100%.

De acordo com a Figura 01, 70% dos docentes que não desenvolvem as AE apontaram os problemas de infraestrutura dos laboratórios como a principal causa da não realização das mesmas. Além disso, outro fator mencionado por 30% dos professores é a dificuldade que eles têm em desenvolver tais atividades, ou seja, não se sentem seguros por desconhecerem a maioria dos experimentos. A ausência de um laboratório foi citada por 30% dos docentes. Final-

mente, no item “outros”, com escore de 20%, as justificativas que merecem destaque foram: a carga horária elevada, a insatisfação salarial, a ausência de monitores e técnicos de laboratório e até apoio do ponto de vista de limpeza do laboratório.

A observação *in loco* dos espaços destinados às AE reforça o relato dos docentes, quando apontam que 30% das escolas pesquisadas estão com seus laboratórios fechados ou sem uso. Quando a análise é realizada apenas com as escolas estaduais, esse percentual sobe para 40%. De uma maneira geral, esses dados revelam um quadro preocupante, tendo em vista que a ausência das AE nas aulas de ciências tem sido citada por professores dos ensinos Fundamental e Médio como uma das principais causas da deficiência em relação à aprendizagem nessa área (BORGES, 2002; ARRUDA e LABURU, 1998; GARCIA- BARROS e MARTINEZ-LOSADA, 2003).

A realização de atividades experimentais por todos os professores das escolas federais não implica em isenção de problemas. Mesmo nessas escolas, onde se encontra infraestrutura privilegiada em relação às escolas estaduais, encontram-se obstáculos para as atividades que se propõem a fazer, de forma que, de acordo com as declarações coletadas, pudemos mostrar os quadros demonstrativos e comparativos que seguem nas tabelas 04 e 05.

Tabela 4 - Principais dificuldades dos professores das escolas federais

Principais dificuldades Escolas Federais	%
Faltam reagentes	50,00
Grande quantidade de conteúdos e pouco tempo	41,66
Grande número de alunos por turma	41,66
Faltam equipamentos	33,33
Os livros didáticos trazem poucas práticas	33,33
Não encontram nenhuma dificuldade	25,00

As dificuldades encontradas nas escolas públicas federais ainda recaem sobre os problemas mais recorrentes e citados por vários autores como os principais motivos declarados pelos professores que dificultam o uso de atividades experimentais nas aulas: falta de materiais, muito conteúdo e pouco tempo e grande quantidade de alunos

por turma. (SILVA e ZANOM, 2000; BUENO e KOVALICZN, 2008; PESSOA et al., 1995; BORGES, 2002; KRASILCHIK, 2005; KANBACH et al., 2005; MAMPRIN et al., 2007). Mesmo que o contexto seja favorável para a prática de atividades experimentais, os professores perpetuam o discurso da falta (MAMPRIN et al., 2007) e buscam reforçar a carência ou a deficiência de algo para justificar a resistência quanto ao uso atividades experimentais.

A maior parte dos professores de escolas estaduais mencionou a falta de equipamentos e reagentes (70%) como sendo as principais dificuldades para o desenvolvimento das AE. Outros itens que mereceram destaque foram: a pequena quantidade de aulas semanais da disciplina de Biologia (60%) e a falta de uma disciplina específica na graduação que ensine a desenvolver tais atividades (50%), o que pode ser observado na tabela 05.

Tabela 5 - Principais dificuldades dos professores das escolas estaduais

Principais dificuldades Escolas Estaduais	%
Faltam equipamentos	77,77
Faltam reagentes	66,66
Grande quantidade de conteúdos e pouco tempo	55,55
Não tem laboratório	44,44
Sem formação adequada na graduação	44,44
Grande número de alunos por turma	44,44
Instalações de laboratório inadequadas	22,22
Não fez cursos específicos para desenvolver atividades experimentais	22,22
Falta de concentração dos alunos	22,22
Os livros didáticos trazem poucas práticas	09,00

O resultado da tabela 05 deixou explícito os problemas de infraestrutura encontrados na rede estadual. Pode-se inferir que, uma vez que os laboratórios não se encontram em condições adequadas de uso, a sala de aula apresentou-se como uma alternativa para suprir tal deficiência, o que pode ser visualizado na tabela 06.

Tabela 6 - Local onde se realiza atividades experimentais

Onde você realiza tais atividades?	Laboratório	Sala de aula	Outros (campo)
Professores de Escolas Estaduais	5	6	0
Professores do IFRN	12	2	3

Concordamos com Neves et al. (1998) quando relatam a importância da escola em ter um ambiente apropriado para as AE. Para esses autores, a existência desse espaço permite o acondicionamento, com segurança, do material específico, bem como daquele construído pelos alunos, assegura a preservação dos experimentos que requerem acompanhamento durante vários dias ou semanas e aumenta o leque de opções no planejamento das experiências. Entretanto, não se pode limitar o desenvolvimento das AE ao espaço dos laboratórios com equipamentos e materiais tradicionais. O professor deve usar a criatividade para planejar suas AE utilizando materiais alternativos, como, por exemplo, com a construção de modelos ou substituindo vidrarias por frascos reutilizados de alimentos.

Quando se questionou sobre o local onde as AE são desenvolvidas, todos os professores do IFRN afirmaram ser o laboratório, alguns incluíram o *campo* e a *sala de aula* como um espaço alternativo. O ambiente do laboratório é, muitas vezes, mistificado e considerado imprescindível e essencial nas atividades experimentais, tornando-se uma das principais declarações na fala de muitos professores para a não realização de AE, de forma que se chega a esquecer que para desenvolver o espírito investigativo do aluno nem sempre é preciso de material com alta sofisticação.

A frequência de AE durante ano letivo

Os problemas relatados pelos docentes que realizam AE nas aulas de Biologia consequentemente refletem na quantidade dessas atividades realizadas por eles, principalmente quando se refere às EE. A frequência das AE no ensino médio atingiu a marca de 1,6 AE/ano letivo. No questionamento sobre a frequência de AE realizadas durante o ano letivo, o entrevistado assinalava no questionário a(s) quantidade(s) de AE por série, ou seja, se o docente lecionava nas

três séries do ensino médio teria que fornecer os valores de todas. Com esses números, obtivemos uma média de AE por professor durante o ano letivo para todas as séries do ensino médio, conforme pode ser observado na tabela 07.

Tabela 7 - Média de atividades experimentais por professor durante o ano letivo.

Média de A.E. Professor /ano letivo	1ª Série	2ª Série	3ª Série	Ensino Médio
Professores Escolas Estaduais	1,8	1,4	1,5	1,6
Professores Escolas Federais	6,4	5,6	3,3	5,3

Pode-se observar que a média de AE professor por ano letivo é quase insignificante nas escolas da rede estadual. Esses dados revelam uma situação preocupante, tendo em vista que as recentes pesquisas mostram que os próprios professores de Ciências têm evidenciado a relevante importância desse instrumento didático na apropriação de certos conhecimentos.

Observou-se, ainda, que as escolas federais apresentam uma média relativamente superior quando comparadas com as escolas estaduais. No entanto, se observarmos em relação ao montante de aulas ministradas durante o ano letivo, obteremos um percentual em torno de 4,8% na 1ª série, 6,3% e 3,7% respectivamente, nas 2ª e 3ª, perfazendo uma média em torno de 5% das aulas de Biologia, em todas as séries do Ensino Médio, ministradas com natureza experimental.

Constatou-se que a primeira série do Ensino médio é a que apresenta maior média de AE por professor/ano letivo, a segunda e a terceira séries obtiveram, respectivamente, a segunda e terceira melhor média, fato constatado tanto na rede estadual como na rede federal. Embora nossa investigação não envolva as sugestões de Atividades Experimentais inclusas nos livros didáticos, boa parte dos entrevistados disse que são os livros da primeira série do Ensino Médio os contemplados com o maior número dessas aulas. Diante desse relato, pode-se inferir que seria esse o possível motivo do maior número de AE no primeiro ano.

Conteúdos relacionados às maiores dificuldades dos docentes em realizar Atividades Experimentais

No propósito de afunilar a problemática estudada, buscou-se saber, através dos questionários aplicados e das entrevistas, em quais conteúdos os professores pesquisados encontravam maior dificuldade. Compreendemos que conhecer essas dificuldades específicas pode nos orientar ou orientar futuras pesquisas a agir objetivamente na busca de minimizar as dificuldades pontuais relacionadas às atividades experimentais em conteúdos específicos, sem a pretensão de achar que se pode resolver desta forma esse problema no ensino de Biologia.

Utilizou-se uma questão semiaberta que questionava, aos professores de Biologia, quais os conteúdos em que eles tinham mais dificuldades para o desenvolvimento das AE. O resultado está expresso na figura 02, a seguir:

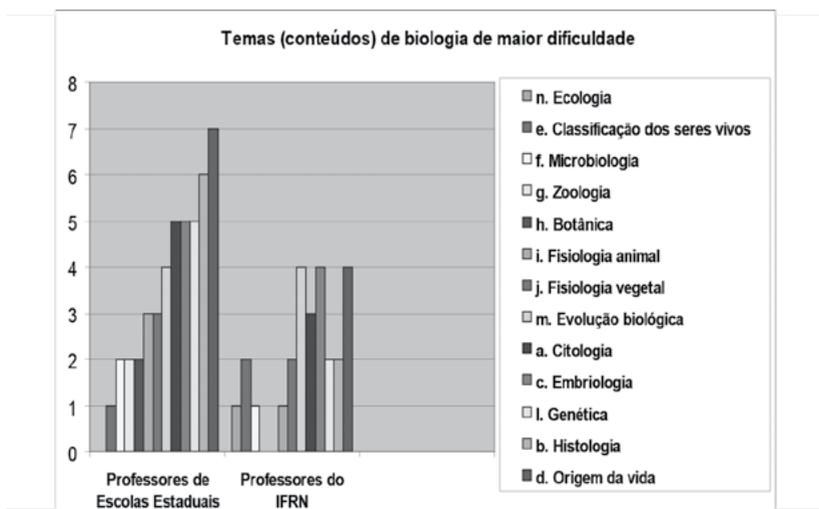


Gráfico 2 - Temas (conteúdos de Biologia) de maior dificuldade

Para os professores das escolas estaduais, os conteúdos que lhes oferecem maiores dificuldades, respectivamente, são: A Origem da Vida (70%), Histologia (60%), Citologia (50%) e Embriologia (também com 50%). A Origem da Vida, Embriologia e Evolução foram os temas mais assinalados por 40% dos docentes da rede federal.

No tocante ao conteúdo Origem da Vida, a maior ênfase dada pelos professores foi ao nível de complexidade do tema. É preciso termos consciência de que nem todo conteúdo pode ser explorado através da experimentação didática. No caso do assunto ligado à Origem da Vida, nos deparamos, além das dificuldades de visualização ou simulação do processo em uma atividade experimental, com um caso típico de contraposição entre ciência e valor – no caso, o valor religioso. De acordo com os PCN+, o que deve ser colocado em questão, nesse caso, é a discussão sobre o ensino e não sobre o criacionismo nas aulas de Biologia.

Partindo da premissa de que uma das funções das atividades experimentais como instrumento pedagógico é levar o aluno a compreender como se constrói o conhecimento científico, as aulas que abordam o conteúdo Origem da Vida se tornam “uma valiosa oportunidade para que o professor destaque o papel da ciência, mais especificamente da Biologia, na tentativa de esclarecer questões por meio de evidências, de fatos, e pelo uso de procedimentos e metodologias que lhe são próprios.” (PCN+, p. 39)

Em relação aos conteúdos de Histologia e Citologia, que foram indicados principalmente por professores da rede estadual, estes afirmaram que a falta de equipamentos (microscópios e lâminas) é a maior dificuldade enfrentada no desenvolvimento das AE.

O estudo do desenvolvimento embrionário, ou seja, a Embriologia, foi um dos ramos da Biologia mais citados, tanto por docentes da rede federal quanto de escolas estaduais. Dentre as principais dificuldades apontadas pelos professores, destacamos a falta de equipamentos (microscópios e lâminas histológicas) e o desconhecimento de práticas em relação ao tema abordado.

Outro tema sobre o qual os professores têm dificuldades de desenvolver AE é a Genética. O desconhecimento de aulas práticas, bem como a falta de equipamentos, são os principais empecilhos na realização dessas aulas. A falta de conhecimento de roteiros pré-estabelecidos, bem como a dificuldade de preparar e organizar uma AE, são os principais problemas relatados pelos docentes em relação ao conteúdo de Evolução Biológica. Segundo os professores, o tema é bastante polêmico e complexo.

Análise das concepções dos professores acerca de atividades experimentais

Partimos do conceito de concepção segundo Japiassú (2008), acreditando que o processo formativo dos professores pesquisados influenciou sobremaneira na forma como o professor concebe a experimentação no ensino de Biologia e determina a forma como ele conduz a experimentação como instrumento didático.

Na leitura e interpretação da fala dos professores e das respostas deles através de questionário, foi possível construir as seguintes categorias sobre as atividades práticas realizadas: quando são desenvolvidas; como são desenvolvidas; objetivos; onde são desenvolvidas; que tipo de avaliação é feita; relação AE e pesquisa; conceito e importância de AE.

Na fala dos professores, surgiram subcategorias, que foram quantificadas, organizadas no quadro 01 e analisadas à luz de referenciais teóricos, o que nos permitiu inferir que concepção de experimentação os professores pesquisados deixam transparecer no seu fazer docente.

Quadro 01 – Categorias de concepções

CATEGORIA	SUBCATEGORIA	%*
Quando desenvolve aula experimental	Após a teoria	76
	Concomitante com a teoria	57
Como desenvolve aula experimental	Através de roteiros	71
	Com temas abertos	28
Com qual objetivo desenvolve a aula experimental	Para dinamizar as aulas	100
	Para mostrar como o conhecimento científico é construído	90
	Para comprovar a teoria	71
Que instrumentos de avaliação utiliza na aula a experimental	Relatório	66
	Discussão após aplicação	66
	Avaliação escrita individual	43

* O resultado em alguns casos, ultrapassa 100% devido a possibilidade que foi dada de assinalar mais de uma resposta no questionário.

Atividades experimentais após a teoria; utilização de roteiros para o desenvolvimento das atividades e relatórios predominantes no momento da avaliação.

Por traz de AE que trazem a apresentação teórica antecipando a experimentação e a utilização de roteiros, está uma concepção de ensino tradicional e cientificista. A primeira considera que os experimentos servem para ilustrar a teoria, já a segunda pretende transformar os alunos em pesquisadores, hiper-valorizando os passos do método científico (MIZUKAMI, 1986; SANDOVAL et al., 1995).

Isso se comprova à medida que os professores diante da categoria que se refere aos objetivo com os quais desenvolve a aula experimental sinalizam como subcategoria de segunda maior predominância aquela mostrar como o conhecimento científico é construído. Esse fato reforça o que foi dito por Carracosa et al. (1993 apud CAPPELLETTO, 2009) sobre a divulgação de ideias simplistas acerca do trabalho científico em manuais e de atividades práticas e livros didáticos.

Para Cappelletto (2009), os roteiros frequentemente reproduzem as teses empiristas indutivistas e neles costuma ser listada uma série de instruções para guiarem os alunos nas AE, que os levam a descobrir as leis que estão implícitas nos dados, o que corrobora com o objetivo comprovar a teoria declarada pelos professores. Gil Perez (1986 apud CAPPELLETTO, 2009), alerta que o ensino quando guiado pela epistemologia empirista-indutivista desvaloriza a criatividade do trabalho científico e leva os alunos a tomarem o conhecimento científico como um corpo de verdades inquestionáveis.

Galiazzi e Gonçalves (2004) não corroboram com a prerrogativa de que é possível comprovar teoria com atividades experimentais em ambientes de prática escolar, com isso enfatizam:

“Firmamos que é preciso superar a visão de que a atividade experimental tem a função única e exclusiva de comprovação da teoria. Considerando o pouco tempo dedicado para o desenvolvimento da atividade experimental e a condição de aprendiz de quem executa a atividade, parece mesmo impossível que se consiga comprovar alguma teoria em sala de aula.”

(Galiazzi e Gonçalves, 2004, pag. 328)

A avaliação realizada através de relatórios apenas comprova o que já era previsto pelo professor, de forma que, se algo não sai exatamente como foi previsto, a AE não foi executada corretamente, sendo, portanto, inválida. Galiazzi e Gonçalves (2004) colocam que isso pode favorecer uma visão da prática científica historicamente pouco coerente, já que os cientistas não abandonam suas teorias de forma imediata pelo fato das mesmas não estarem de acordo com alguns dados empíricos.

Desenvolvimento de AE concomitantes com a teoria; questões abertas e discussão como instrumento avaliativo e dinamização das aulas.

Neste aspecto estão incluídos os docentes que, apesar de disponibilizarem um roteiro, são mais “flexíveis” quanto à realização dos procedimentos, ou seja, valorizam o erro e permitem maior participação dos estudantes durante o desenvolvimento da aula prática. Essa opção demonstra um posicionamento menos conservador, no qual o docente valoriza a participação do aluno em todo o desenvolvimento da atividade; porém, as respostas dadas a este item revelam certa incoerência quando também os mesmos professores declararam usar modelos de roteiros do tipo “receita de bolo” que, como já citado antes, são um forte indício de uma metodologia tradicional empirista indutivista.

Galiazzi e Gonçalves (2004) enfatizam que o papel motivador das atividades experimentais precisa ser problematizado, pois essa postura está permeada por um conjunto de entendimentos empiristas de ciência em que a motivação é resultado inerente da observação do aluno sobre o objeto de estudo de forma que o que causa o deslumbramento do aluno sobre a aula experimental não é a construção do conhecimento, mas a atração pelo não corriqueiro na sala de aula.

Muitos estudos mostram que as atividades experimentais são utilizadas pelos professores como forma de dinamizar as aulas. Porém, esses mesmos estudos apontam para a não verdade desse fato (SILVA e ZANON, 2000). A própria postura contraditória na fala dos professores demonstra que o real motivo do interesse pelo laboratório não tem como fator principal o conhecimento, mas a ansiedade pela mudança de ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa possibilitou, sem a pretensão de esgotar o assunto, relacionar os desafios observados na coleta dos dados, na intenção de contribuir com a questão da utilização de Atividades Experimentais nas aulas de Biologia, de forma que cada um dos objetivos explorados proporcionou aprofundamento nos estudos teóricos, comparação com pesquisas já realizadas e compreensão da realidade específica de cada ambiente estudado, mesmo com algumas características gerais e comuns a vários ambientes escolares.

No decorrer da pesquisa, foram comparadas duas realidades distintas: a de escolas pertencentes a uma Instituição Federal de Ensino, o IFRN, e a de algumas Escolas Públicas Estaduais de Ensino Médio, no intuito de analisar e discorrer sobre como os professores de Biologia do Ensino Médio em ambas as realidades se relacionavam com o uso de Atividades Experimentais em suas aulas.

Iniciou-se com a caracterização dos ambientes escolares em termos de locais para realização de AE. Durante as visitas aos estabelecimentos de ensino, observou-se que as escolas estaduais, com raras exceções, carecem de laboratórios em condições satisfatórias de funcionamento e contam com pouco investimento para que isso ocorra. Nas escolas federais, a realidade já é diferenciada: os laboratórios têm estrutura razoável e o investimento para compra de insumos é maior e mais frequente devido à Formação Básica estar atrelada à Formação Profissional, o que proporciona investimento específico para o desenvolvimento do ensino nestas instituições, sem esquecer o fato de que essas instituições estão diretamente ligadas ao governo federal, e isso já lhes dá uma visibilidade diferenciada.

Essa diferença de estrutura material entre as escolas estaduais e federais certamente nos levou a pensar que os docentes das escolas federais estariam utilizando com maior frequência atividades experimentais como instrumento didático. De fato, os números mostraram valores superiores em relação às escolas do estado, mas ainda assim pouco expressivos, mesmo com os próprios pesquisados relatando a importância dessa ferramenta didática no ensino de Biologia. Assim, concluímos que a presença de um laboratório em boas condições de funcionamento induz o professor à prática, mas não determina a regularidade do seu uso. Todavia, os professores da rede federal ainda

acenam para a falta de materiais de consumo diário como reagentes, vidrarias e etc., comprovando que o discurso da falta ainda predomina, mesmo onde as condições materiais são, por vezes, privilegiadas.

Mamprin et al. (2007) buscam extrapolar os limites desse discurso, com inspiração no referencial teórico da relação com o saber de Charlot (2000). Por meio dessa abordagem, os autores tentam desviar a discussão sobre as atividades experimentais centrada numa leitura negativa da falta ou da carência e direcioná-la para as implicações existentes entre a relação do professor com o seu saber profissional como um conjunto simultâneo das relações do professor com o Eu, com o Outro e com o Mundo, em um contexto educativo que, segundo eles, poderia explicar a utilização ou não de atividades experimentais como instrumento didático e não necessariamente poderia classificar o professor como bom ou ruim por sua escolha.

Guiados pelos resultados alcançados sobre as concepções dos professores acerca das AE, nos deparamos com um quadro igual ao esboçado por vários pesquisadores: o predomínio da concepção empirista, que transparece por diversas vezes na fala dos professores quando declaram sobre a importância dos roteiros e dos relatórios no final do processo e sobre o potencial das atividades experimentais em guiar o aluno no conhecimento da ciência como instrumento de comprovação de teorias através de dados empíricos.

Para que se possa dar um novo sentido às AE em aulas de Biologia, faz-se necessário um processo de reflexão partindo dos sujeitos formados (professores) para atingir os sujeitos em formação (alunos).

A tarefa de mudar concepções e conceitos não é fácil, principalmente quando se trata de grupos de pessoas que tiveram todo um percurso formativo que reforçou uma dada forma de pensar, ver e transmitir o conhecimento. Sobre isso, Galiazzi et al. (2001) colocam que a pesquisa coletiva pode ser um impulso para provocar a mudança de compreensão dos docentes sobre suas próprias concepções e sobre os objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio. Compreendemos que à medida que se empreende um processo coletivo de pesquisa sobre a natureza da experimentação e de um entendimento das atividades experimentais em relação à epistemologia empirista, estaremos dando um passo qualitativo rumo à mudança de significado das atividades experimentais no fazer docente.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, S. M., LABURÚ, C. E.; Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências.. In NARDI, R. (Org.) **Questões atuais no ensino de ciências**. Escrituras editora, 1998. p. 53-60.

BASSO, I. S.; **Significado e sentido do trabalho docente** Cad. CEDES vol. 19 n. 44 Campinas, 1998

BORGES, A. T., Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, v. 19. n. 3: Belo Horizonte, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEF, 1988.

BUENO, R. de S. M., KOVALICZN R. A., **O ensino de ciências e as dificuldades das atividades experimentais**. Programa de Desenvolvimento Educacional do Paraná, 2008.

CAPPELLETTO, E.; **O vê de Gowin conectando teoria e experimentação em Física geral: questões didáticas, metodológicas e epistemológicas relevantes ao processo**. Universidade Federal do Rio grande do Sul, Instituto de Física, Programa de Pós Graduação em Ensino de Física, Mestrado Acadêmico em Ensino de Física. Dissertação de mestrado, Porto Alegre: 2009. 297p.

DELIZOICOV, D. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos / Demétrio Delizoicov, José André Angoti, Marta Maria Pernambuco; colaboração Antônio Fernando Gouveia da Silva. – 2. Ed. – São Paulo: Cortez, 2007.**

GALIAZZI, M. C., GONÇALVES, F. P., **A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química**. Química Nova, Vol. 27, No. 2, 326-331, 2004.

GALIAZZI, M. C., ROCHA, J. M., SCHMITZ, L. C., SOUZA, M. L., GIESTA, S. & GONÇALVES, F. P. **Objetivos das Atividades Experimentais**

no Ensino Médio: A Pesquisa Coletiva Como Modo de Formação De Professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n.2, p.252 – 254, 2001.

GARCÍA BARROS, S.; MARTÍNEZ LOSADA, C. Análisis del trabajo práctico en textos escolares de primaria y secundaria. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v. 21, n. extra, p. 5-16, 2003.

GARRIDO, S. P. **Saberes Pedagógicos e Atividades Docente**. Cortez. São Paulo: 1999.

GIL-PEREZ, D.; VALDÉS CASTRO,. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un exemplo ilustrativo. In: **Enseñanza de las Ciências**. 14 (2), 155-163, (sem data).

GOLDEMBERG, M. **A Arte de Pesquisar – Como Fazer Pesquisa Qualitativa em Ciências Sociais** – 10ª ed. Editora Record – Rio de Janeiro, 2007.

GONZÁLEZ,, E. M.; Que hay que renovar em los trabajos prácticos? In: **Enseñanza de las ciências**. 10 (2), 206-211, (1992).

HODSON, D. Hacia um enfoque más critico Del trabajo de laboratorio. **Ensenanza de las Ciencias**, v. 12, n 3, 1994.

JAPIASSÚ, H., MARCONDES, D.; **Dicionário Básico de Filosofia**. 5.ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008.

KANBACH, B. **A Relação com o Saber Profissional e o Emprego de Atividades Experimentais em Física no Ensino Médio: uma leitura baseada em Charlot**. Londrina. Dissertação (Mestrado 12 em Ensino de Ciências e Educação Matemática), Departamentos de Física e Matemática, UEL, Londrina-PR, 2005.

KRASILCHIK, M., **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª ed. ver. E ampl., 1ª reimpr. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

MAMPRIN, M. I. L. L. ; LABURÚ, C. E.; BARROS, M.A. **A implementação ou não de atividades experimentais em biologia no ensino médio e as relações com o saber profissional, baseadas numa leitura de Charlot**. In: VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa, 2007, Florianópolis. Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.

MINAYO, M.C de S. (Org.) **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 22ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2004.

MIZUKAMI, M. G. N., **Ensino: as Abordagens do Processo**. São Paulo: E.P.U., 1986.

NEVES, M. C., GIOPPO, C., SCHEFFER, E. W. O., **O ensino experimental na escola fundamental: uma reflexão de caso no Paraná**. Educar, n. 14, p. 39-57. Editora UFPR, 1998.

PESSOA, O. F., GEVERTZ, R., SILVA, A. G. **Como ensinar ciências**, vol.104, 5ª Ed., Companhia Editora nacional, São Paulo, 1985.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas** / Roberto Jarry Richardson e colaboradores. 3. ed. – 10. reimpre. – São Paulo : Atlas 2009.

SALINAS de SANDOVAL, J., CUDMANI, L. C. de, MADOZZO, M. J. de. **Las Concepciones Epistemológicas de los Docentes en la Enseñanza de las Ciência Fáticas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 17, n. 1, 1995.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas, UNIMEP/CAPES, 2000.

TRIVIÑOS, A. N. S.; **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2008.

VILATORRE, A. M.; HIGA, I.; TYCHANOWICZ, S. D.; **Metodologia no ensino de Matemática e Física**. 1ª Edição. Curitiba: Ibpex, 2008, 168p.

A FORMAÇÃO PÓS-GRADUADA EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA DE DOCENTES DO IFRN: IMPLICAÇÕES NA ATUAÇÃO DOCENTE

MARIA RAIMUNDA MATOS PRADO³⁶

MÁRCIA GORETTE LIMA DA SILVA³⁷

INTRODUÇÃO

No limiar do centenário da educação profissional no Brasil, os Centros Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (CEFET) foram transformados em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia por meio da Lei nº 11.892/2008. Este percurso histórico começa com as Escolas de Aprendizes Artífices, em 23 de setembro de 1909, através do Decreto nº 7566, no governo de Nilo Peçanha, que instituiu a criação de um conjunto de 19 Escolas de Aprendizes Artífices, entre as quais estava a de Natal-RN, marcando o início da atual Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, instituída pela mesma legislação que cria os Institutos.

36 Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande Norte. Especialista em Supervisão Escolar pelo Centro Universitário Cândido Mendes-RJ. Graduada em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão e em Pedagogia pela Universidade Estadual do Maranhão. É Técnica em assuntos educacionais no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Em pesquisa, atua principalmente com os seguintes temas: ensino de ciências naturais e matemática, formação de professores de ciências naturais e matemática, currículo, educação ambiental, prática pedagógica e formação de professores.

37 Doutora em Educação pela UFRN, mestre em Engenharia Química pela UFRN, especialista em CTS pela Universidade de Oviedo, graduada em Química Industrial pela UFPA e em Licenciatura em Química pela UFRN. Atuou na escola da educação básica por 10 anos. Atualmente, é professora adjunta IV do Instituto de Química da UFRN e coordenadora do Programa de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID) no curso de Licenciatura em Química e do Programa de Licenciaturas Internacionais (UFRN-Universidade de Coimbra). Exerceu os cargos de vice coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da UFRN e de coordenadora pedagógica do Programa de Bolsas REUNI na Pró-reitora de Pós-Graduação. Tem experiência na área de Educação Química, atuando principalmente com elaboração de unidades de ensino, formação de professores e estratégias de ensino.

Em 1942, as Escolas de Aprendizes Artífices são transformadas em Escolas Industriais e Técnicas. Em 1959, essas escolas são transformadas em autarquias e passam a ser denominadas Escolas Técnicas, ganhando autonomia didática e de gestão, se tornando importante referência nacional no âmbito da educação profissional. Em 1978, as Escolas Técnicas Federais do Paraná, Minas Gerais e Rio de Janeiro foram transformadas em Centros Federais de Educação Tecnológica, mudança que lhes conferiu atribuições de formação diferenciadas em relação às outras: oferecer cursos de engenharia de operação e de tecnologia. Tal mudança foi estendida, paulatinamente, a outras escolas da rede, de forma que, em 1999, a Escola Técnica Federal do Rio Grande do Norte foi transformada no Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte. É importante frisar que essas transformações não foram automáticas ou desprovidas de influências dos contextos políticos e econômicos de cada período histórico.

Na atualidade, com a criação dos Institutos Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, o IFRN, assim como outras instituições congêneres da rede federal, ampliou e diversificou sua oferta educacional, indo da formação técnica e média para adentrar nas licenciaturas e especializações. Com essa mudança de status, a instituição alarga ainda mais seu horizonte de oferta formativa, inclusive preparando-se para entrar no universo acadêmico das engenharias e formação *stricto sensu* (mestrado e doutorado).

É decisivamente uma realidade que exige um repensar sobre a formação docente necessária para que esses institutos assumam plenamente esse desafio de serem “instituições de educação superior, básica e profissional, pluricurriculares e multicampi, especializados na oferta de educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino” (BRASIL, 2008).

Referindo-se a isso Pacheco, Pereira e Sobrinho (2009) fazem a seguinte observação:

[...] “os Institutos poderão desempenhar um destacado papel de ator do desenvolvimento tecnológico nacional, dado o fato da rede, ao longo de sua trajetória, além de vir cumprindo sua “missão social”, ter igualmente criado as condições para assumir um lugar de destaque no desenvolvimento tecnológico nacional, na medida em que o aumento da qualificação do seu quadro de pes-

soal (grifo nosso), a consolidação e ampliação dos seus grupos de pesquisa, a articulação com o mundo econômico, particularmente regional e local, e a forte expansão de suas unidades estarem abrindo os espaços necessários à sua consolidação enquanto destacado produtor de pesquisa aplicada e inovações tecnológicas.”

(PACHECO, PEREIRA E SOBRINHO, 2009, pag. 06)

Inferimos que isso inclui a preocupação com a formação em serviço dos servidores que fazem os Institutos em todos os seus segmentos. No caso específico dos servidores docentes do IFRN, é mister pensar um novo perfil profissional e que sua formação inicial seja ampliada para além das especializações, direcionada para a formação de mestres e doutores. Isso exige que a instituição lance mão de estratégias de formação continuada para os profissionais em exercício e também aos que por ventura entrarem no quadro de docentes apenas com a formação inicial ou especializada.

É nesse contexto e a partir das políticas de formação continuada de servidores da rede federal e das políticas internas de capacitação do IFRN que partiremos para nossa discussão principal: a formação pós-graduada de servidores e docentes do IFRN no mestrado profissionalizante do Programa de Pós-Graduação no Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

A pesquisa coaduna com o projeto em rede do Observatório 2008 – MEC/CAPES/DEB-P, executado pelas seguintes universidades: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Esse projeto sinaliza a importância de ampliar a divulgação da produção acadêmica atual, no referente ao ensino de Ciências e Matemática, de modo a possibilitar um maior acesso aos seus resultados e à forma como os problemas do ensino nessa área são tratados. Aliado a esse interesse, existe para o IFRN a necessidade de avaliar as contribuições da formação adquirida na pós-graduação à prática docente dos servidores/egressos, podendo servir como parâmetro para redimensionar o investimento feito e as diretrizes adotadas para permitir o acesso de mais servidores da instituição no PPGECNM.

O programa aqui apresentado é da modalidade de mestrado profissional (MP) e visa à formação de profissionais, preferencialmente em exercício, aptos a elaborar e aprofundar conhecimentos e técnicas de pesquisa. Segundo Moreira (2004), o que caracteriza essa modalidade de mestrado é uma estrutura curricular que articule o ensino com a aplicação profissional.

Para Fischer (2003), o mestrado profissional tem o caráter de inovação e reconstrução do modelo tradicional de ensino. Já o MEC, no documento referencial para formação de professores (BRASIL, 1999), propõe que a formação seja orientada por alguns pressupostos, sendo um deles o desenvolvimento de competências profissionais através de metodologias pautadas na articulação teoria-prática, na resolução de situações-problema e na reflexão sobre a atuação profissional.

O produto é a principal diferença entre os Mestrados Profissionais (MP) e os Mestrados Acadêmicos (RIBEIRO, 2005; OSTERMAN e REZENDE, 2009). Segundo Moreira e Nardi (2009), o produto é produção técnica indispensável para a conclusão do mestrado profissional em ensino e deve ser um processo ou ferramenta de natureza educacional que possa ser disseminado, analisado e utilizado por outros professores.

Assim, para a realização desta pesquisa, partimos de três pressupostos: 1 – Que há uma massa crítica já produzida no mestrado do PPGECONM na UFRN, que precisa ser analisada e catalogada como importante fonte documental para a formação pós-graduada em Ensino de Ciências e Matemática e para o redimensionamento de pesquisas futuras; 2 – Que sendo o IFRN parceiro desse programa, surge a necessidade de um olhar descritivo e analítico do conjunto da produção dos docentes do IFRN, visando analisar a relação dessas produções e da formação com a atuação desses docentes na instituição; 3 – Que há todo um processo histórico, social e político que precisa ser compreendido e que transcende a realidade objetiva quando da procura, pelo professor, pela formação *stricto sensu*.

Nesse contexto, tivemos como objetivo realizar estudo de descrição e análise dos impactos causados pela formação de mestres do IFRN no PPGECONM/UFRN, levando em consideração a produção acadêmica dos mesmos (dissertação), sua atuação no contexto da

instituição e os aspectos históricos, sociais, econômicos e políticos envolvidos.

SITUANDO O CONTEXTO E AS CARACTERÍSTICAS DO CONVÊNIO PPGECNM-IFRN

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) são instituições com histórico de cooperação mútua. A parceria consolidada através do Convênio com o PPGECNM foi importante para ambas. À medida que o programa se firmava como uma proposta diferenciada de formação *stricto sensu* como mestrado profissionalizante, os profissionais da área do ensino de Ciências da Natureza da Matemática do IFRN puderam ter contato com uma formação que lhes proporcionaria refletir sua prática docente.

O PPGECNM é vinculado ao Centro de Ciências Exatas e da Terra (CCET) da UFRN e iniciou suas atividades em 2002. É um mestrado profissionalizante que tem como objetivo expresse qualificar, em nível de pós-graduação *stricto sensu*, professores em exercício, preferencialmente da rede pública, nas áreas de Ciências, Física, Biologia, Química, Matemática e afins, com tempo máximo de titulação de três anos (36 meses).

Segundo Moreira (2005), o que caracteriza essa modalidade de mestrado é uma estrutura curricular que articule o ensino com a aplicação profissional. Os mestrados profissionalizantes foram formalizados pela Portaria nº 80, de 16 de dezembro de 1998, da Capes, que enfatiza estudos técnicos voltados para o desempenho profissional (CAPES, 1988). Moreira (2004) destaca que os MPs desempenham um papel importante na melhoria da qualidade do ensino de ciências e matemática na educação básica no Brasil. Esse tipo de mestrado dá ênfase à área específica em que o docente atua.

O PPGECNM possui uma área de concentração: Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Atualmente, é composto de três linhas de pesquisas: a) História, Filosofia e Sociologia da Ciência no Ensino de Ciências Naturais e da Matemática; b) Educação em Astrofísica e Ciências da Terra; c) Ensino e Aprendizagem de Ciências Na-

turais e Matemática. Iniciou suas atividades em 2002, tendo em sua primeira turma o ingresso de docentes do IFRN, embora o convênio entre as duas instituições só tenha sido consolidado e regulamentado em 2005.

Para Além da Parceria PPGECNM/IFRN

Em 2010, o PPGECNM, assim como a parceria com o IFRN, passam por um momento importante. O tempo de existência do programa conferiu-lhe um acervo de produção acadêmica considerável – 50 dissertações defendidas – e com ele a necessidade de um olhar descritivo e analítico do conjunto dessa produção, visando também a uma avaliação quali-quantitativa do campo de pesquisa através de um olhar nas dissertações produzidas. Entre as ações do PPGECNM nessa direção, encontra-se o projeto em rede do Observatório da Educação, aprovado em 2008 pelo edital do MEC/CAPES/DEB-P e executado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Esse projeto surgiu da necessidade de estudos sistemáticos da produção acadêmica, da difusão e do intercâmbio dos resultados alcançados por essas produções acadêmicas, das contribuições oriundas dos estudos produzidos na região Nordeste pelas universidades citadas e para o fortalecimento dos programas. Além disso, sinaliza para a importância de ampliar a divulgação da produção acadêmica atual no que se refere à área de ensino de Ciências da Natureza e Matemática, de modo a possibilitar maior acesso aos seus resultados e à forma como os problemas nessa área são enfrentados.

As pesquisas que relatam o estado da arte, adotadas em trabalhos de revisão de literatura que analisam a evolução histórica da produção, tendências temáticas e metodológicas, os principais resultados das investigações, problemas e limitações, as lacunas e áreas ainda não exploradas, dentre muitos outros aspectos (MEGID NETO e PACHECO, 2001), apresentam grande importância para o enriquecimento de dados referentes à produção científica. Entretanto, poucas são as pesquisas que sinalizam as tendências relacionadas à área de ensino de Ciências e Matemática de docentes e, especialmente, com uma atuação particular em instituições com o perfil do IFRN.

Apesar de muitas instituições de ensino superior, tanto particulares como públicas, terem aberto seus mestrados específicos mais recentemente e, conseqüentemente, ainda não terem defesas contabilizadas ou ainda não terem um número de produção que atingisse uma certa “massa crítica” de pesquisas, como ressaltam Megid Neto (2007) e Nardi (2007), esses programas merecem estudos de revisão particulares, visando reunir essa produção aparentemente dispersa, mas que em conjunto é bastante significativa para a educação científica brasileira. Além disso, essas iniciativas acabam por impedir que prevaleçam ou tenham maior destaque unicamente as características e contribuições das investigações oriundas dos centros de maior produção.

PERCURSO METODOLÓGICO

Pensamos nossas investigações cientes de que não poderíamos dar conta de toda a realidade, pois esta, sendo complexa, apresenta-se bem maior do que nossa possibilidade de compreensão e interpretação. Nossa pesquisa é apenas um recorte que precisa ser analisado em seus múltiplos significados. Para que ela fosse compreendida, tivemos de lançar mão de métodos quantitativos e qualitativos não concorrentes entre si, mas sim mutuamente complementares. Nessa perspectiva, trilhamos caminhos diversos para tentarmos compreender o objeto estudado em sua complexidade, sem a pretensão de esgotá-lo.

Inicialmente, fazemos uma análise descritiva das dissertações produzidas através da caracterização das mesmas à luz de autores que analisam a evolução histórica da produção acadêmica, as tendências temáticas e metodológicas, os principais resultados das investigações, os problemas e limitações, as lacunas e áreas ainda não exploradas, dentre muitos outros aspectos (MEGID NETO; PACHECO, 2001) que apresentam grande importância para o enriquecimento de dados referentes à produção científica na área de Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

Para esta caracterização, fizemos uso dos descritores utilizados nos catálogos da USP/IFUSP (1992; 1996) e da UNICAMP/FE/CEDOC

(MEGID NETO, 1998), que têm permitido estudos sistemáticos das produções da área, além de constituírem um banco de dissertações e teses.

O CEDOC, particularmente, organiza seus dados através dos seguintes descritores:

- Autor e orientador do trabalho³⁸;
- Grau acadêmico e instituição em que foi produzido/defendido³⁹;
- Ano da defesa;
- Área de conteúdo do currículo escolar (Física, Biologia, Química, Geociências, Educação Ambiental, dentre outras);
- Foco temático;
- Nível escolar abrangido pelos estudos;
- Local em que a pesquisa foi desenvolvida⁴⁰
- Grau acadêmico e Instituição em que foram produzidos e defendidos os trabalhos analisados⁴¹;

Acreditamos que esses descritores possam nos dar um olhar mais aprofundado a respeito das produções defendidas, permitindo analisar as bases teóricas e a metodologia mais utilizada, possibilitando perceber suas contribuições e enquadramento entre as tendências na área de Ensino de Ciências e Matemática.

Com relação aos focos temáticos, utilizamos as seguintes categorias: Currículos e Programas; Formação de Professores; Conteúdo-Método; Recursos Didáticos; Formação de Conceitos; Características do Professor; Características do Aluno; Organização da Escola; Organização da Instituição/Programa de Ensino Não-Escolar; Políticas

38 Não utilizamos este descritor neste trabalho.

39 Não utilizamos este descritor visto que todas as dissertações são do PPGECONM e foram defendidas no próprio programa.

40 Este descritor não está citado entre aqueles do CEDOC, porém interessante saber se o olhar do pesquisador voltou-se para o seu fazer docente no seu ambiente de trabalho.

41 Todos eles são de nível acadêmico de pós-graduação e foram produzidos e defendidos na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

Públicas; História do Ensino de Ciências; História da Ciência; Filosofia da Ciência; Outro. De forma geral, fazemos a busca a partir dos sub-focos para chegarmos aos focos temáticos gerais. Essa abordagem é utilizada devido aos focos não aparecerem explicitamente na maioria dos casos, sendo necessário fazer a busca nos sub-focos manifestos que caracterizam cada foco. A existência de um sub-foco não exclui a existência de outros dentro de um mesmo foco, assim como a manifestação de um foco não elimina a existência de outro, de forma que, na mesma pesquisa, podemos encontrar um ou mais focos temáticos manifestos.

Para a análise das dissertações, utilizamos um roteiro orientador e realizamos uma leitura detalhada, procurando identificar os descritores citados. Em seguida, elaboramos fichas nas quais foram registrados os dados referentes a esses descritores.

Para compreender o significado da formação *stricto sensu* em Ensino de Ciências para os professores egressos que atuam no IFRN, procedeu-se à análise das falas desses sujeitos, coletadas através de entrevistas semiestruturadas, o que nos permitiu conhecer como se deu (ou se dá) a aplicação, por parte dos egressos, do objeto de estudo da dissertação, seja na(s) área(s) em que atuam ou efetuaram pesquisas, na sua própria prática, na prática de outros professores ou na aprendizagem dos alunos, com o intuito de perceber relações entre a formação desses egressos, sua atuação e a melhoria do processo ensino aprendizagem em sua área de pesquisa.

Através das falas dos sujeitos nas entrevistas, tentamos considerar ainda: as inovações propostas pelo mesmo; o investimento na sua própria formação; possíveis mudanças de percepção e de atitudes em função de sua participação no programa; o investimento em ações formativas para outros professores; e a influência nas decisões de outros professores em participar de cursos de formação continuada a nível *lato sensu* ou *stricto sensu*.

Consideramos que os mestres são produtores ativos do social e que a procura por um mestrado é uma ação social passível de interpretação e de explicação que se desenvolve dentro de um contexto histórico e de um grupo social. Ao mesmo tempo em que eles sofrem as influências desse grupo, também exercem efeito sobre ele. Tentamos construir uma imaginação sociológica (MILLS, 1965), lançando

um olhar crítico sobre a realidade, buscando problematizar e contextualizar o objeto estudado como um fenômeno da vida social.

Assim, tentamos compreender os diferentes sentidos presentes nos discursos dos entrevistados, procurando nos apoiar numa abordagem teórico-metodológica flexível sem abandonar o rigor exigido pela investigação científica. Dessa forma, utilizamos alguns elementos da proposta metodológica da entrevista compreensiva⁴² e da multirreferencialidade.

Da entrevista compreensiva, buscamos o forjar de hipóteses no processo de escuta dos discursos e os núcleos de significados nas falas dos sujeitos, para então esboçar planos evolutivos⁴³ no ir e vir de significados não explícitos e de possibilidades teóricas. Da multirreferencialidade, buscamos perspectivas múltiplas, que inferimos emergir da fala dos entrevistados, de forma que a nossa análise pretende adquirir um significado diferente à medida que busca a compreensão e acompanhamento do fenômeno estudado, sem tentar recortar, decompor ou reduzir a fala dos sujeitos (MARTINS, 2004). Para Martins (1998, p. 28),

“[...] a análise multirreferencial das situações, das práticas, dos fenômenos e dos fatos educativos, propõe, explicitamente, uma leitura plural, sob diferentes ângulos e em função de sistemas de referências distintos, não redutíveis uns aos outros”. É com essa perspectiva plural que buscamos compreender o processo que envolveu a formação continuada dos docentes do IFRN, a busca pelo mestrado profissional e a relação que essa formação teve ou tem no papel que esses profissionais desempenham na instituição.

42 Fundamenta-se na análise compreensiva do discurso, uma abordagem metodológica desenvolvida pelo sociólogo Francês Jean-Claude Kaufmann que propõe um processo inverso no modo de construir o objeto de estudo, definindo uma ruptura progressiva e relativa com o senso comum em um processo de compreensão, escuta atenta, recuo do pesquisador e análise crítica. Tem suas bases na sociologia compreensiva Weberiana e traz como princípio que é no discurso que os sujeitos sociais expressam sua realidade social, sendo a palavra apreendida ato concreto do sujeito, guia da realidade social e meio da expressão cultural.

43 Os planos evolutivos são como guias do trabalho e de prevenção à dispersão. O plano evolutivo funciona como o suporte, um fio diretor, a cadeia de ideias centrais, auxiliares do pesquisador, de forma a que não se deixe sufocar pelo material ou pela emergência não dominada das hipóteses. (SILVA, 2010, pag. 13)

As opções teóricas, que não existiam a priori, singularidade da análise compreensiva da entrevista, surgiram após a organização de núcleos de significados que emergiram das falas dos sujeitos, em acordo com Silva (2010, pag. 13)

Considero que no trabalho de construção de um objeto de estudo deverá predominar a alegria e que esse prazer encontra-se, também, associado ao desapareço de certezas postas como *a priori*. Nesse sentido, pressuponho como fundamental a atitude de “artesão”. Como tal, o importante é desenvolver com rigor um método pessoal e em harmonia com os princípios considerados como os mais adequados. Dessa forma, sou contrária ao apego desmesurado de uma postura que torna seus princípios como que uma receita e os seus discursos como apologia (SILVA, 2010, p.. 13)

Todos os referenciais teóricos e metodológicos utilizados na pesquisa servem de aporte para conhecimento, contextualização, compreensão e reflexão acerca do nosso objeto de estudo, sem, no entanto, reduzi-lo a uma realidade dada e imutável, e sim sendo utilizados para o cercarmos cada vez mais na compreensão de que tínhamos em nossas mãos um objeto de pesquisa complexo e inesgotável numa única investigação. Assim sendo, à medida que nos encorajávamos na busca de compreender determinada categoria que surgia, nos deparávamos com mais questões, que ficam como sugestões de novas pesquisas no decorrer do texto.

2.1 Sujeitos da pesquisa

Tomamos como sujeitos principais da pesquisa oito professores do IFRN, da área de Ciências Naturais e Matemática e egressos do PPGECONM/UFRN. A maioria das entrevistas ocorreu de forma tranquila, acreditamos que por proximidade e familiaridade entre pesquisador e pesquisados, tendo em vista que a maioria deles atua no mesmo ambiente de trabalho. Além dessa proximidade profissional, foram colegas do mesmo mestrado em algumas disciplinas. Acreditamos que esses fatores contribuíram para o estabelecimento de uma comunicação não violenta entre pesquisador e pesquisados, conforme sugere Bourdieu et al. (1997, p. 695).

RESULTADOS

Inicialmente, contabilizamos as defesas registradas no PPGEC-NM por docentes do IFRN entre os anos de 2004 e 2010. No total, foram 12 defesas, sendo 01 (uma) em 2004, 02 (duas) em 2005, 04 (quatro) em 2006, 01 (uma) em 2007 e 04 (quatro) em 2010, como melhor podemos visualizar na figura 01:

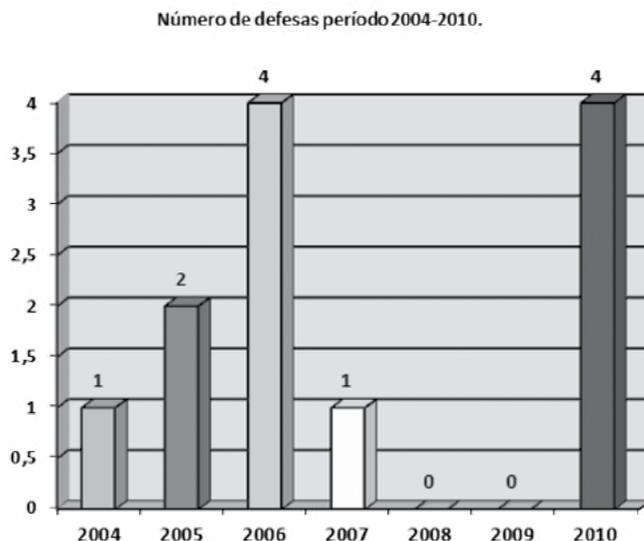


Figura 01- Gráfico do número de defesas no período 2004-2010.

Podemos observar que nos anos de 2008 e 2009 não houve nenhuma conclusão ou defesa de dissertação de alunos oriundos do IFRN; aportamos-nos, aqui, para o convênio firmado entre o PPGEC-NM/UFRN. Esse convênio foi firmado no ano de 2004 e ofereceu 20 vagas. Dos alunos que ingressaram entre 2006 e 2007 e que concluíam entre 2008 e 2009, 09 foram desligados do Programa por motivos previstos no regimento interno, refletindo assim na inexistência de conclusão nesse período, de forma que até 2010, das 20 vagas oferecidas, apenas 08 docentes haviam concluído seus mestrados e três continuavam ligados ao Programa e efetivamente cumprindo as atividades acadêmicas do mestrado.

Percebemos que houve, durante o período de 2006 a 2007, um índice elevado de desistência, chegando aos 90%. Constitui-se

de um resultado preocupante, pois há, envolvido nesse processo, o investimento de tempo, à medida que o professor é liberado gradativamente de sua função até a liberação total para o cumprimento das atividades acadêmicas e o investimento financeiro que é obrigatoriamente dispensando para apoiar e possibilitar que esses docentes cursem uma pós-graduação com a natureza de convênio, como é o nosso caso.

Porém, não se pode fazer nenhuma análise precipitada do fato se não houver uma busca diligente com a finalidade de conhecer o percurso dessas pessoas desligadas do mestrado e os principais fatores que convergiram à não conclusão, sendo este um problema que pode, futuramente, ser objeto de estudo, tendo em vista que nos ocuparemos de investigar aqueles que permaneceram no mestrado e continuam atuando no IFRN. Imbernón (2010) afirma que várias circunstâncias impulsionam o abandono da formação permanente por parte do professor, o que o leva a retomar práticas familiares e pouco inovadoras. Quando isso ocorre, há uma forte tendência para a estagnação profissional.

Área de conteúdo do currículo escolar

Sobre a área de conteúdo do currículo escolar, as pesquisas que foram implementadas pelos pesquisadores se concentraram nas seguintes áreas: Física (04), Matemática (03), Química (02), Física/Astronomia (01), Ciências (01) e Biologia (01). Para melhor visualização, observemos a figura 02:

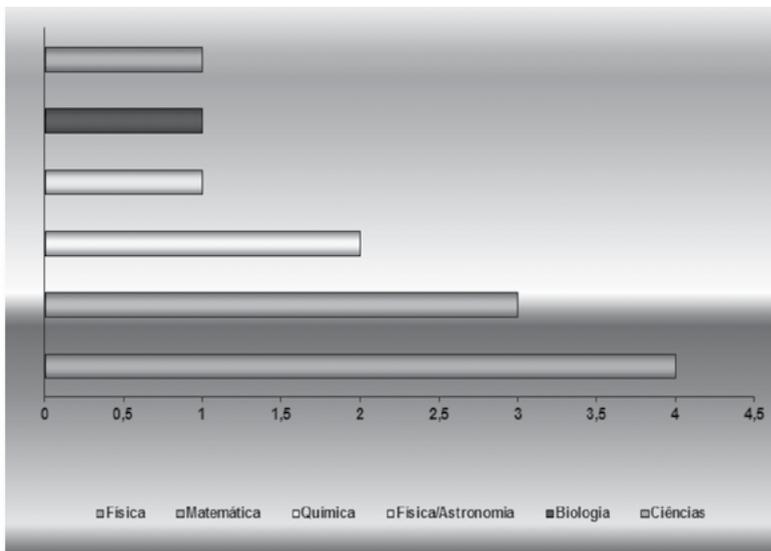


Figura 02 – Concentração de pesquisas por áreas

Podemos observar que há maior número de pesquisas no ensino de Física e Química devido à predominância de orientadores no mestrado para essas duas áreas. A inserção de professores no mestrado para a área de Biologia se deu a partir do ano de 2006, com as primeiras defesas em 2009, segundo os registros do PPGECNM. Para a área de Ciências, trata-se de dissertação com interesse comum a todas as áreas (Física, Química, Biologia e Matemática). Nesse caso, a pesquisa trata da inclusão de alunos com Deficiência Visual (DV) no IFRN.

Os Focos temáticos

Há grande predominância de pesquisas que têm como foco temático conteúdo-método/recurso didático (09), somente recurso didático (01), características do aluno/políticas públicas (01) e características do professor (01). A ênfase acentuada em pesquisas em conteúdo-método e recurso didático mostra que a pesquisa entre os mestres desse grupo pesquisado volta seu olhar quase que exclusivamente para os microproblemas que permeiam a sala de aula e o dia-a-dia do fazer docente. Questões macro, como a análise da or-

ganização curricular proposta, formação de professores, organização escolar e políticas públicas voltadas para o ensino de Ciências Naturais e Matemáticas ainda permanecem distantes das discussões mais recorrentes no contexto das pesquisas em ensino de Ciências pelos docentes do IFRN. De certa forma, no mestrado profissional, as questões relacionadas à vivência na sala de aula devem ser problematizadas na busca de soluções e inovações tendo como base a pesquisa na área de ensino de Ciências, caracterizando assim a pesquisa aplicada. Já os estudos de produção de conhecimento, isto é, pesquisa básica, são características do mestrado acadêmico. O fortalecimento de grupos de pesquisas na área de Ensino de Ciência e/ou Educação em Ciências no Instituto poderá dar impulso a novas pesquisas que permitam avaliar problemas tanto em nível micro quanto macro, com possibilidade de propostas de mudança na comunidade escolar em questão.

Na análise realizada, foi possível perceber que a questão metodológica parece constituir-se de uma fragilidade nas produções. Há ausência de discussão clara sobre a metodologia em algumas dissertações. A maioria delas se enquadra dentro de uma abordagem qualitativa com pesquisa histórica, estudos exploratórios, pesquisa bibliográfica e análise de conteúdo. Algumas dessas abordagens foram inferidas a partir da análise dos textos dissertativos, pois não há uma referência direta sobre elas. Este resultado corrobora com resultados encontrados por vários pesquisadores já mencionados por Greca (2002), que também afirma que os problemas metodológicos podem estar ligados a problemas como a falta de zelo e/ou falta de conhecimento, tanto sobre metodologias como sobre sua utilização no processo de investigação.

O percurso metodológico por vezes é bem elaborado, reportando-se à criação e aplicabilidade do produto durante a pesquisa, mas sem a citação de um referencial metodológico que dê sustentabilidade ao método utilizado para o empreendimento da pesquisa em si. Duas dissertações assumidamente utilizam uma metodologia quantitativa, a Engenharia Didática. Há também algumas produções que abordam qualitativamente o objeto durante o percurso e mesclam, na análise, aspectos qualitativos e quantitativos. Greca (2002) defende a necessidade das pesquisas na área de ensino de Ciências fazerem mais uso da integração entre as abordagens qualitativas e quantitativas devido às problemáticas e referenciais característicos

da área. Apesar dessa análise, acreditamos que é preciso aprofundar os estudos em relação às opções metodológicas das dissertações produzidas em busca de identificar com mais precisão suas fragilidades, pois aqui não pretendemos fazer uma discussão aprofundada da questão, o que poderá ser feito em investigações futuras para contribuir com as próximas produções do PPGECONM e com os pesquisadores da área.

Implicações da formação do docente no contexto escolar

Aqui pretendemos conhecer como se deu a aplicação, por parte dos egressos, do objeto de estudo da dissertação na(s) área(s) em que atuam ou efetuarão pesquisas, na sua própria prática, na prática de outros professores, na aprendizagem dos alunos com o intuito de perceber relações entre a atuação desses egressos e a melhoria do processo ensino aprendizagem em sua área de pesquisa.

A partir das falas dos sujeitos, organizamos os núcleos de significados: *O núcleo principal*, que diz respeito às implicações da formação do docente no contexto escolar e os *núcleos secundários*: A motivação para a busca do mestrado; A construção do objeto de estudo, o seu produto e sua intervenção e utilização na prática docente e o papel no ambiente escolar após o mestrado: mudanças na atuação profissional e influência no grupo de trabalho.

A motivação para a busca do mestrado

Para Weber (2004), a gênese dessa motivação tem forma variada, podendo ser de origem: a) Tradicional, cuja realização se deve a um costume ou um hábito, podendo ser a reação a um estímulo habitual; b) Afetiva ou emocional, quando se tratam de sentimentos ou estados emocionais; c) Racional, quando se refere a valores: atitudes planejadas que são orientadas pelos princípios do agente, independente das consequências, pois suas ações são guiadas de acordo com mandamentos ou exigências que acredita serem direcionadas a ele; e d) Racional, com relação a objetivos, atitudes cujo planejamento parte de uma análise objetiva dos resultados que serão alcançados.

Aqui as consequências são analisadas e as expectativas e comportamentos exteriores serão utilizados racionalmente para o alcance do objetivo almejado (WEBER, 2004). Através da análise da fala dos docentes pesquisados, foi possível observar que há uma conjuga-

ção de fatores que motivou cada professor na busca pelo mestrado no PPGEENM: reconhecimento de pesquisas independentes já existentes, o investimento em si, o desejo de aprofundar o conhecimento para aprimorar a atuação no trabalho docente, a continuação da vida acadêmica, a visualização de melhores possibilidades profissionais após formação, a melhoria salarial e também a vontade de aprofundar-se na pesquisa foram os principais motivos pelos quais esses docentes procuraram o mestrado.

Dentro do contexto geral, percebemos forte tendência quando o sujeito reveste-se de expectativas ao vislumbrar o título de mestre, quer seja da aceitação e reconhecimento de seu trabalho e posição acadêmica por determinado grupo ou na possibilidade de mudar sua condição financeira e profissional. A ação de buscar uma pós-graduação *stricto sensu* se dá no desejo subjetivo que foi construído dentro de cada indivíduo e é movido por condições históricas e conjunturais que propiciaram valorizar a formação permanente e a busca por maiores níveis de formação.

No contexto histórico, Imbernón (2010) nos informa que, no evoluir histórico, o trabalho do professor tornou-se complexo e diversificado, o que requer uma nova formação inicial e permanente, que ultrapasse a mera atualização científica, pedagógica e didática e se transforme em possibilidades de criar espaços de participação e reflexão para que esses profissionais aprendam e se adaptem a conviver com a mudança e a incerteza. Porém, de acordo com o Relatório Preliminar sobre Atratividade da Carreira Docente no Brasil (2009), essa mesma complexidade tem contribuído significativamente para a crise da identidade dos trabalhadores da educação e a consequente baixa na atratividade pela profissão. Em vista dessa crise que envolve a atratividade pela carreira docente, vários países têm estudado possibilidades de trazer mais profissionais para a área docente. Sobre essas ações, o relatório faz a seguinte indicação:

As ações dos países vão desde iniciativas para melhorar a imagem social e o status da docência, passando pelos salários e condições de emprego, programas de iniciação à docência, reestruturação da formação inicial e continuada, até incentivos especiais para atrair e manter professores. (Brasil, 2009, p. 17)

Podemos concluir que fatores conjunturais, tais como políticas para a capacitação e valorização da profissão docente, assim como

históricos, que exigem mudança de perfil docente, podem ser considerados como fatores motivadores para a busca da formação *stricto sensu* no Ensino de Ciências Naturais e Matemática por nossos docentes. Apesar de não estarem explicitamente presentes em suas falas, foram estas estruturas macros que deram oportunidade e sentido a essa formação, inicialmente de maneira institucionalizada e depois incorporada e valorizada por cada sujeito.

A construção do objeto de estudo

A partir de agora, tentaremos estabelecer uma relação direta com um dos focos mais importantes de nossa pesquisa: o ensino de Ciências, tendo em vista que todos os mestres fazem parte dessa área de conhecimento, como já esclarecido anteriormente. A questão da busca por melhores titulações no âmbito dos Institutos Federais não é um a prerrogativa que diz respeito somente aos professores de Ensino de Ciências. De modo geral, docentes de todas as áreas vêm aumentando seu nível de formação, em consonância com a nova realidade educacional, social e política que permeia o Instituto.

As formações procuradas, na maioria das vezes, se dão em nível de mestrado e doutorado em áreas específicas de sua formação. Porém, Kuenzer, Franco e Machado (2008) afirmam que essas seguem o padrão tradicional *stricto sensu*, formando professores voltados para a pesquisa aplicada e não para implementar pesquisas que emergem de problemas do ensino.

Podemos afirmar que o grupo por nós pesquisado rompe com essa tradição academicista ao traçar suas pesquisas e seus objetos de estudo a partir do contexto das disciplinas escolares de Física, Química, Biologia e Matemática. Ainda que não seja claro inicialmente em suas falas, ao delinear seus objetos, esses sujeitos se voltam para a prática docente, quer seja no contexto de sua sala de aula ou no entorno da realidade em que atuam. Ou seja, a pesquisa é tecida da prática cotidiana que o pesquisador realiza como profissional. Então, é a partir da análise da construção desses objetos que percebemos a estreita relação das pesquisas implementadas com os problemas emergentes do ensino de Ciências.

Assim, atualmente, tenta-se superar reflexões tipicamente teóricas utilizadas nos cursos de formação inicial e continuada de professores de Ciências e aponta-se para a produção de referenciais

que definem um novo modelo de formação, no qual o saber sobre o ensino deixa de ser visto pela lógica das racionalidades técnica e prática e incorpora a dimensão do conhecimento construído e assumido responsavelmente a partir de uma prática crítico-reflexiva (FREITAS e VILLANI, 2002; NOVIKOFF et al., 2009).

Todos os sujeitos resignificaram seu objeto de estudo a partir de reflexões construídas em seu percurso formativo, profissional e prático, que se inserem no contexto maior dos problemas investigados no ensino de Ciências, tais como os colocados nos focos temáticos do CEDOC. Dessa forma, encontramos no texto de cada dissertação um descrever personalizado que imprime ao sujeito a forma pessoal de ver o problema, investigar e buscar uma solução.

Em seguida, teremos objetos de investigações que foram diretamente relacionados com a prática dos docentes mestres a partir de suas indagações sobre o seu fazer docente:

- ✓ Contextualização do aprendizado de Química na vida cotidiana.
- ✓ O estudo da Astronomia no Ensino Médio.
- ✓ A Teoria da Relatividade Especial – TER – sua relação com a Filosofia e aspectos históricos a partir das concepções próprias dos alunos, da problematização e da mudança conceitual.
- ✓ O processo ensino-aprendizagem de Geometria Analítica, suas falhas e a busca da superação.
- ✓ A ferramenta informática como mediadora no processo de ensinar/aprender Física no Ensino Médio.
- ✓ O ensino e a aprendizagem dos números complexos no Ensino Médio.
- ✓ A percepção sobre experimentação por professores de Ensino Médio de Biologia das redes públicas federais e estaduais e caracterização das estruturas disponíveis para realização de aulas de Biologia utilizando a experimentação como instrumento didático.

Esses objetos se localizam dentro de uma lógica que parte, no geral, de uma reflexão sobre o processo formativo do pesquisador, da constatação da repetição de determinados padrões de práticas do-

centes e da ineficácia das mesmas frente às necessidades de aprendizagem dos alunos e da sua própria profissionalização. Compreendemos que esse processo de construção do objeto não poderia se dar de maneira diferente, pois os mestrados profissionalizantes enfatizam estudos técnicos voltados para o desempenho e atualização profissional com rigor metodológico e fundamentos científicos (CAPES, 1988; 2009).

O produto e sua intervenção e utilização na prática docente

Segundo Moreira e Nardi (2009), o produto é produção técnica indispensável para a conclusão do mestrado profissional em ensino e deve ser um processo ou ferramenta de natureza educacional que possa ser disseminado, analisado e utilizado por outros professores.

Ao analisarmos as dissertações, verificamos que aparecem dois grupos distintos de produto: aqueles que representam propostas de intervenção e são colocados no corpo da dissertação e aqueles que construíram seu produto educativo e o colocaram como uma produção à parte. Temos, pois, nas produções que fazem parte do corpo das dissertações: roteiros de cursos; unidades didáticas; proposta de material didático e sequência didática, que consideraremos como produto educativo, mesmo que não se apresente destacável da dissertação.

Os outros produtos que se apresentam independentes das dissertações são: software educacional e roteiro de caracterização dos espaços disponibilizados para as atividades experimentais de biologia e um relatório de caracterização geral de ambientes destinados a atividades experimentais.

Acrescida ao processo de amadurecimento do mestrado, que reflete na forma como as dissertações foram feitas e como os produtos são apresentados, está também a questão de como as orientações acerca dos mestrados profissionais vêm se colocando, levando em consideração diversos instrumentos legais: Resolução nº 01/95, Portaria nº 47/95, Portaria nº 080/98, que revoga a anterior, e mais recentemente a Portaria Normativa nº 07/09. Essa legislação vem paulatinamente acrescentando informações e servindo de instrumento norteador para a identidade do mestrado, sem desconsiderar as contribuições de publicações como as de Moreira (2004), Ribeiro

(2005; 2006), Moreira e Nardi (2009), entre outros. Com base na fala dos mestres entrevistados quanto à utilização de seus produtos, elaboramos o quadro 01:

UTILIZAÇÃO DO PRODUTO POR SI	
Como e com que frequência utiliza ou utilizou a proposta	Quantidade
Na íntegra e Constantemente.	02
Parcialmente e algumas vezes.	02
parcialmente e na íntegra, mas não utiliza mais.	02
Não utiliza.	02
Total	08

Quadro 1- **Utilização dos produtos educacionais pelos próprios mestres**

Vemos que apenas dois dos oito mestres entrevistados declararam utilizar seus produtos educativos na íntegra e de forma constante, enquanto outros dois utilizam parcialmente e algumas vezes. Outros dois, ainda, utilizaram a proposta, mas não utilizam mais. O motivo dessa descontinuidade se dá porque um dos mestres está se aposentando e o outro está em cargo de gestão. Os dois últimos declararam que ainda não utilizam as propostas, um por não estar ministrando na área específica da disciplina para a qual desenvolveu a proposta e o outro porque, voltando para a sala de aula, recentemente, após o mestrado, não considera que tenha chegado o momento de utilizar o produto.

O gráfico 03 representa o que foi possível detectar, de acordo com a fala dos mestres entrevistados, sobre a utilização dos produtos educacionais por outros docentes. A pergunta era: *Outros docentes utilizam os seus produtos educacionais?* Respostas:

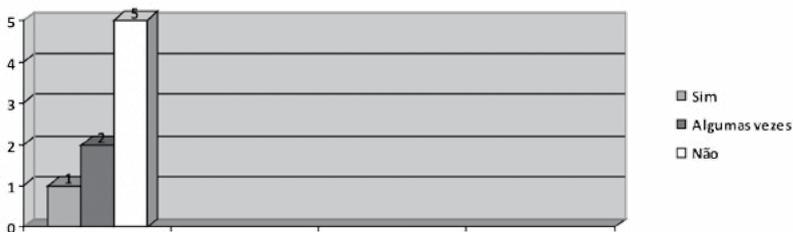


Gráfico 3 - **Utilização dos produtos educacionais por outros docentes**

Compreendemos que não há utilização significativa desses produtos por outros docentes da área de Ciências, parecendo não haver uma regularidade no uso dos produtos e pouco movimento, com algumas exceções, de continuidade, quer seja na disseminação do trabalho nos grupos de docentes, quer seja no sentido de aperfeiçoar o produto educacional. Isso poderia levar essas produções a se tornarem um trabalho “morto”, engavetado, ou apenas de uso pessoal do mestre que o produziu.

Para Cruz (2005), o impacto nas práticas dos professores pode ocorrer em três dimensões: como **micro impacto** - prática letiva associada ao processo de ensino e aprendizagem de uma dada disciplina e/ou nível de escolaridade; **meso impacto** – diz respeito às mudanças na prática escolar associada ao trabalho do professor junto dos pares, grupo disciplinar, organização/gestão pedagógica, pais e instituições escolares; e o **macro impacto** – prática educativa e investigativa associada ao trabalho do professor junto das comunidades educativas, investigativa/acadêmica e comunidade em geral. Adotaremos elementos de tal classificação para analisar os impactos identificados em nosso estudo.

Ao tratarmos das mudanças ocorridas na prática docente, ou micros impactos, emergiram da fala dos entrevistados os principais focos (categorias) de melhoria em sua prática docente. No quadro 02, as categorias estão representadas por ordem de ocorrência decrescente.

Focos (categorias)	Ocorrência
Conhecimento de novos referenciais teóricos e aprofundamento em referenciais já conhecidos;	05
Mudança de percepção em relação aos objetivos e procedimentos de ensino;	04
Visão de ensino;	03
Conhecimento, aperfeiçoamento e aplicação de novas metodologias;	03
Aperfeiçoamento na pesquisa;	03
Prática da autocrítica em relação ao ato de ensinar;	03
Reconhecimento da formação como processo.	03
Mudança de práticas em sala de aula;	02
Suprimento de algumas lacunas que vinham da formação inicial;	01

Quadro 2 – Micro impactos por ordem de ocorrência, a partir da fala dos mestres

Observamos, nas falas dos professores, o conhecimento de novos referenciais teóricos e aprofundamento em referenciais já conhecidos como principal impacto da realização do mestrado. Nesse sentido, destaca-se que o mestrando tem que cumprir as disciplinas do núcleo comum obrigatório e as disciplinas específicas ou eletivas. No núcleo comum, ele pode optar por Didática das Ciências Naturais e da Matemática e/ou Metodologia da Pesquisa para o Ensino de Ciências Naturais e Matemática e Filosofia das Ciências Naturais e Matemática e/ou História das Ciências Naturais e Matemática. Já as disciplinas específicas giram em torno de conteúdos específicos de cada campo do conhecimento da área de Ciências ou, como prevê a própria organização acadêmica, o mestrando poderá cursar disciplina de interesse em outro programa, desde que esta seja útil na sua pesquisa ou formação.

Assim, o impacto relacionado ao conhecimento de novos referenciais teóricos pode estar associado às disciplinas obrigatórias do núcleo comum, as quais, muitas vezes, não estão presentes na formação inicial de professores de Ciências Naturais e Matemática. Compreendemos que essas disciplinas podem levar o mestrando a refletir sobre o ensino de Ciências e Matemática em suas dimensões filosófica, epistemológica e histórica, assim como fazer leituras críticas de materiais didáticos, métodos e metodologias de ensino e de sua prática docente, ou seja, pode-se construir uma nova visão acerca do processo de ensino e aprendizagem na área.

Inferese-se que essas condições influenciam diretamente nos impactos subsequentes ao anterior, em ordem de ocorrência, observadas na fala dos mestres: 2- mudança de percepção em relação aos objetivos e procedimentos de ensino; 3- visão de ensino; 4- conhecimento, aperfeiçoamento e aplicação de novas metodologias; 5- mudança de práticas em sala de aula; 6- prática da autocrítica em relação ao ato de ensinar; 7- aperfeiçoamento na pesquisa; 8- reconhecimento da formação como processo; 9- suprimento de algumas lacunas que vinham da formação inicial.

Pombo e Costa (2007), ao fazerem análise semelhante com egressos de mestrados em Educação em Ciências em Portugal que terminaram seus mestrados entre 2001 e 2005, evidenciaram como

principais impactos para os “Professores Mestres (PM)”⁴⁴: 1- Atitudes mais críticas sobre o processo de ensino e de aprendizagem; 2- Uso de novas estratégias de ensino; 3- Aprofundamento de conhecimentos e 4- Aumento de confiança em discussões com pares. Podemos observar que há certa semelhança nos resultados alcançados em nosso estudo com os obtidos por Pombo e Costa (2009); e para Cachapuz (2000), a situação portuguesa não difere grandemente de outros países, o que nos deixa confortáveis para fazer a comparação entre os estudos das autoras citadas e este que estamos empreendendo.

Acreditamos que agregamos novos impactos a respeito da reflexão sobre a prática docente e a relação com sua formação inicial ou com o processo de formação ao qual o professor se submete. Nesse aspecto, pensamos que a preocupação vem do plano do micro impacto para refletir no plano macro, à medida que esse grupo específico de docentes tem sua carreira e atuação estruturadas de tal maneira que ele poderá atuar como docente, no âmbito do IFRN, da Educação Básica ao Ensino Superior nos cursos de licenciatura nas áreas de Ensino de Ciências.

Se há uma reflexão sobre como suas formações iniciais e continuadas lhe deixaram formas questionáveis de fazer suas práticas e essas formas puderam ser identificadas e amenizadas a partir de sua formação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, isso significa dizer que ali há subsídios que podem ser utilizados para repensar, para além de suas práticas docentes, os cursos de licenciatura do próprio Instituto. Poderíamos dizer que se vislumbra aqui uma perspectiva de reflexão que poderá fornecer novos impulsos para a formação inicial de futuros docentes na área. Por outro lado, a indicação de que houve mudança de percepção em relação aos objetivos e procedimentos de ensino e a prática da autocrítica em relação ao ato de ensinar, revelam que, ainda que seja em pequenas medidas, o mestrado pode proporcionar uma visão mais crítica em relação ao ensino de Ciências.

Além disso, é preciso olhar o caminho do meio e favorecer a um olhar diferenciado na forma como o docente vê o ambiente escolar, a sala de aula, o aluno e ele mesmo, indo na contramão da formação docente que tanto se vem criticando e que está arraigada em todo o processo formativo docente: aquela em que o docente se

⁴⁴Nomenclatura dada pelas autoras aos colaboradores de sua pesquisa

afasta da sua realidade prática e se arma de resoluções teóricas que dificilmente poderão ser colocadas em ação por haver uma grande distância entre o plano real e o plano ideal. Porém, “aprender um novo conhecimento é enculturar-se, processo concebido como uma segunda socialização em uma subcomunidade.” (LEMKE, 2001 apud OSTERMAN e REZENDE, 2009, p. 73).

Voltamo-nos agora para a análise dos meso impactos e macro impactos, considerando as definições de Pombo e Costa (2009), como já mencionado no início deste tópico, com base na fala dos colaboradores e também em observações diretas feitas em seus ambientes de trabalho.

Nessa etapa, foi possível identificar dois principais aspectos de impacto: 1- Participações em projetos e grupos de pesquisas ou organizações escolares similares. 2- Contribuições em discussões que visam ao crescimento da escola e o andamento das atividades escolares.

Primeiro aspecto: Participação em projetos e grupos de pesquisas ou organizações escolares similares

Neste aspecto, o que podemos inferir a partir das falas dos mestres é a construção paulatina de uma representatividade no seio do grupo ao qual pertencem. Tal representatividade é revelada a partir dos espaços criados para divulgar conhecimentos adquiridos pelo mestre durante sua formação pós-graduada. Por outro lado, este é um momento propício no Instituto, que atualmente incentiva a divulgação de novos conhecimentos e formas de pensar o ensino, visto que a instituição passa por um período de expansão de seus cursos, abrindo possibilidades de criação de cursos de pós-graduação *latu sensu*, levando a oportunidade de se investir de forma diferenciada na formação continuada de professores da rede pública nas esferas municipal e estadual.

Segundo aspecto: Contribuições em discussões que visam o crescimento da escola e o andamento das atividades escolares

É possível perceber maior pro-atividade e aperfeiçoamento do senso crítico em relação a currículos e programas e crescente participação desses sujeitos nos grupos de debates em relação à me-

lhoria do ensino de forma mais argumentativa e segura. Entretanto, devem-se compreender as relações sociais existentes no contexto em que nossos colaboradores estão inseridos. Segundo Delizoicov et al. (2002, p.59), “o saber é, portanto, uma atividade social por excelência e não pode ser compreendido como ato individual”. Assim, percebem-se mudanças qualitativas em alguns dos mestres egressos do PPGECONM, mas a análise profícua da influência e impacto dessas mudanças individuais nas outras pessoas e na instituição em que eles atuam requer acompanhamento em longo prazo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, assumimos o desafio de realizar um estudo para descrever e analisar os impactos causados pela formação de mestres do IFRN no PPGECONM/UFRN, levando em consideração a produção acadêmica resultante da formação no mestrado, o produto educacional construído e a atuação no contexto do ambiente de trabalho. Através dessas análises, buscamos contribuir com o projeto Observatório 2008 – MEC/CAPES/DEB-P, no sentido de difundir resultados alcançados.

Partimos da motivação que levou os docentes a procurarem o mestrado e percebemos que há núcleos de preocupações individuais que acabam refletindo nas suas carreiras docentes, nos seus salários, na sua progressão nos estudos e também em sua prática em sala de aula. Porém, não há motivação que nasça da inquietação com os problemas do Ensino de Ciências de modo geral. Supõe-se que essa preocupação torna-se objeto de estudo e conhecimento no decorrer da formação no mestrado, não sendo uma preocupação *a priori*.

Em relação ao produto educacional, observa-se que é necessário investir no processo de divulgação e disseminação desse material como importante ferramenta para dar continuidade à sua utilização junto a outros docentes como parte da melhoria do Ensino de Ciências, em termos mais prático-reflexivos, e não como uma produção teórica de um material que nunca será utilizado.

Ao nos debruçarmos sobre os impactos causados pela formação, percebemos que, na categoria de micro impactos, o conhecimento de novos referenciais teóricos e aprofundamento em referen-

ciais já conhecidos apresentam-se fortemente acentuados, o que, na nossa percepção, reflete em todos os outros micro impactos, pois à medida que o docente imerge nos referenciais de base da pesquisa do ensino de Ciências, ele se apropria de um aporte teórico que o permite fazer leituras críticas de materiais didáticos, métodos e metodologias de ensino e de sua prática docente.

Nas categorias de meso e macro impactos, ressaltamos ascendente participação dos mestres pesquisados em projetos e grupos de pesquisa, construção de representatividade dentro dos seus grupos de atuação, maior pro-atividade e senso crítico para analisar currículos e programas da área de ensino de Ciências e participação de forma mais segura em debates que visam à melhoria do ensino neste campo.

Uma das preocupações do Programa Observatório da Educação a respeito do impacto que os mestrados em Ensino de Ciências trouxeram à Educação Básica na região Nordeste diz respeito à questão da melhoria da qualidade do ensino nas diversas instituições escolares em que os seus egressos atuam. Nesses termos, o IFRN carrega forte relação histórica com duas concepções de ensino: a formação para o trabalho dentro de uma perspectiva do fazer e a formação para a progressão nos estudos com grande êxito na inserção de seus egressos no mercado de trabalho.

Esse Instituto vem se projetando como instituição de qualidade com excelentes índices no IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), no ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) e no ENADE (Exame Nacional de Desempenho de Estudantes). Essa é uma construção histórica e tem seus alicerces em altos investimentos, dificilmente replicados em outras escolas públicas. Embora proporcione a professores e alunos boas condições de trabalho e de estudo, os Institutos Federais ainda trazem em sua prática docente raízes conservadoras, o que pode se constituir em uma forte barreira para a implementação de novas propostas de ensino no cerne do grupo docente de Ensino de Ciências Naturais e Matemática, caso não haja um investimento nos docentes que ainda necessitam de formação pós-graduada em nível de mestrado.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T e AMARAL, L. H. Impactos do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Unisul sobre a atividade docente de seus estudantes: do processo de reflexão às transformações pedagógica. **Revista Brasileira da Pós-Graduação**. v.3. N.5, p. 150-166, jun. 2006.

BOURDIEU, P.; *et al*; **A miséria do mundo**. Tradução de AZEVEDO, M. S. S, *et al*. Petrópolis: Vozes, 1997. 750p.

BRASIL. **Decreto nº. 2.794**, de 1º de outubro 1995.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996.

_____. **Lei nº 8.112**, de 11 de dezembro de 1990.

_____. **Decreto 5.707** de 2006.

_____. **Decreto s/n** de 18 de janeiro de 1999.

CACHAPUZ, A. F. Investigação em didáctica das ciências em Portugal um balanço crítico. In: PIMENTA, S. G. **Didática e formação de professores: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal**. São Paulo: Cortez Editora, 2000.

CAPES. **Portaria n.º 80**, de 16 de dezembro de 1998.

_____. **Portaria normativa Nº 7**, de 22 de junho de 2009.

CEFET/RN. **Regulamento de política de capacitação e qualificação dos servidores do CEFET-RN**. Resolução nº 20/2005-CD, de 26/10/2005.

CRUZ, E. DE S. **Avaliação do Impacte de Cursos de Mestrado nos Professores-Mestres: O desenvolvimento do *Pedagogical Content Knowledge* de Professores de Ciências Físico-Químicas**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Departamento de Física e Departamento de Química. Aveiro-Portugal: 2005. 506p.

DELIZOICOV, D. et al. Sociogênese do conhecimento e pesquisa em Ensino: contribuições a partir do referencial Fleckiano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. especial: p.52-69, jun. 2002.

FISCHER, T; Seduções e riscos: a experiência do Mestrado Profissional. **Revista de Administração de Empresas**. v. 43, n. 2. abr./jun.

2003, p. 119-123.

FREIRE, M. **A Formação Permanente**. In: Freire, Paulo: **Trabalho, Comentário, Reflexão**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1991.

FREITAS, D.; VILANI, A. Formação de professores de ciências: um desafio sem limites (Science teachers preparation: na unlimited challenge) **Investigações em Ensino de Ciências**; v7(3), pp. 215-230, 2002.

FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS. **Atratividade da carreira docente no Brasil, relatório preliminar**. São Paulo, SP, Outubro de 2009.

GRECA, I. M.; DA COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. **Análise descritiva e crítica dos trabalhos de pesquisa submetidos ao III ENPEC**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2(1)73-82, 2002.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2010 (Coleção questões de nossa época; v 14)

J.P. CRAVINO (Orgs.), **Avaliação de Impacte de Cursos de Mestrado nas Práticas Profissionais de Professores de Ciências – Exemplos de Boas Práticas (Impact Evaluation Of The Masters Courses On The Science Teachers’ Professional Practices – Best Practices Examples)**. Centro de Investigação em Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores Universidade de Aveiro. **Investigações em Ensino de Ciências** – v14(1), pag. 83-99, Aveiro-Portugal - 2009.

KAWAMURA, M R.; SALÉM, S. **Teses na área de ensino de Física**. In: NARDI, R (Org). SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 10., 1993, Londrina. Atas... Londrina: SBF, 1993. p. 422-31.

KUENZER. A. Z; FRANCO, M. C.; MACHADO, L. R. S. Formação de professores para a educação profissional e tecnológica: perspectivas históricas e desafios contemporâneos. In: BRASIL. MEC. **Formação de professores para a educação profissional e tecnológica**. Brasília: Inep, 2008. p. 17-82. (Coleção Educação Superior em Debate, v. 8).

MARTINS, J. B. Contribuições epistemológicas da abordagem multirreferencial para a compreensão dos fenômenos educacionais. **Revista Brasileira de Educação**, nº 26, Maio/Jun /Jul /Ago 2004. Pag. 85-94.

MEGID NETO, J. (coord.). **O ensino de ciências no Brasil**: ca-

tálogo analítico de teses e dissertações, 1972-1995. Campinas: UNICAMP/FE/CEDOC, 1998.

_____. (coord.). Três décadas de pesquisas em Educação em Ciências: tendências de teses e dissertações. IN: NARDI, R (Org) **Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil**: alguns recortes. Ed. São Paulo: Escrituras, 2007, p 341- 355.

MEGID NETO, J; PACHECO, D. **Pesquisa em Ensino de Física do 2º grau no Brasil**: concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações. In: NARDI, R (Org) **Pesquisas em Ensino de Física**. 2. Ed. São Paulo: Escrituras, 2001, p 15-30.

MOREIRA M. A. O mestrado (profissional) em ensino. **Revista brasileira de pós-graduação**, nº.1, julho de 2005. p 131-142.

_____. **Pós-graduação e pesquisa em ensino de Ciências no Brasil**. In: Encontro nacional de pesquisa em educação e ciências, IV, Bauru-SP, 2003. Atas. Bauru: APRAPEC, 2003. 1 CR-ROM.

_____. O mestrado (profissional) em ensino. **Revista brasileira de pósgraduação**, nº.1, julho de 2004. p 131-142.

MOREIRA, M. A.; NARDI, R; O mestrado profissional na área de ensino de ciências e matemática: alguns esclarecimentos. Professional máster degree in the field of science and mathematics teaching: some clarifications. **Revista Brasileira de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 3, set./dez. 2009.

MORTIMER, E. F.; **Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2(1)36-59, 2002.

NARDI, R. A área de ensino de Ciências no Brasil: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros. In: NARDI, R. (Org) **Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil**: alguns recortes. Ed. São Paulo: Escrituras, 2007, p 257-412.

NOVIKOFF, C; et al. **As racionalidades nos programas de mestrado profissional em ensino das ciências**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia – PPGECT. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia: 2009.

OSTERMANN F; REZENDE, F; Projetos de desenvolvimento e de

pesquisa na área de ensino de ciências e matemática: uma reflexão sobre os mestrados profissionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 1: p. 66-80, abr. 2009.

PACHECO, E. M. PEREIRA, L. A. C. DOMINGOS SOBRINHO, M.; **Educação profissional e tecnológica: das Escolas de Aprendizizes Artífices aos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia**. T&C Amazônia, Ano VII, Número 16, Fevereiro de 2009.

POMBO, L.; COSTA, N. Da caracterização do impacte da formação pós-graduada de professores de Ciências à apresentação de propostas que o potenciem. In: J.B. LOPES; J.P. CRAVINO (Orgs.), **Contributos para a qualidade educativa no Ensino das Ciências – do pré-escolar ao Superior**. XII Encontro Nacional em Educação em Ciências, Vila Real: 2007. Atas.Vila Real:Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, p. 233-238.

RIBEIRO, R. J. Ainda sobre o mestrado profissional. **Revista Brasileira de Pós Graduação**, Brasília, v. 3, n. 6, p. 313-315, dez. 2006.

RIBEIRO, R. J. O mestrado profissional na política atual da Capes. **Revista Brasileira de Pós Graduação**, v. 2, n. 4, p. 8 -15. 2005.

SILVA, R. F. **A entrevista compreensiva**. Natal-RN: 2010 (no prelo).

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Instituto de Física. Ensino de Física no Brasil**: catálogo analítico de dissertações e teses (1972-1992). São Paulo [s.n], 1992.

WEBER, M. **Economia e sociedade: fundamentos da sociologia compreensiva**. 4. ed. Brasília: Universidade de Brasília Imprensa Oficial, 2004.

Sites acessados

http://pdemec.grupotv1.com/resultados_acoes/observatorio_educacao.php, acessado em 22/05/2009

AULA ALQUIMÍSTICA⁴⁵: UMA INTRODUÇÃO FILOSÓFICA AO ESTUDO DE QUÍMICA ATRAVÉS DA ARTE E DA HISTÓRIA DA ALQUIMIA.

MAURÍCIO FAÇANHA PINHEIRO⁴⁶

INTRODUÇÃO

Talvez haja uma via de conhecimento (por exemplo, mediante o misticismo ou a revelação) que passe ao largo da razão humana ou a transcenda.

(Paul Davis)

As relações entre Ensino, História e Filosofia da Ciência têm sido amplamente investigadas em todo o mundo. No Brasil, existe um programa de pós-graduação com esse título, na Universidade Federal da Bahia. A importância da Alquimia para a Química, no entanto, é motivo de inúmeras controvérsias na comunidade de educadores químicos. Como relato de uma atividade pedagógica, descrevem-se aqui as iniciativas realizadas no câmpus de Ipanguaçu com o intui-

⁴⁵ Esse neologismo foi cunhado pelo autor, em função do caráter essencialmente místico, que caracterizou o comportamento mitológico dos alquimistas e muitas das lendas atribuídas à Alquimia, principalmente as relacionadas à bruxaria, que estigmatizaram seus adeptos e levou a proibições e perseguições pela Inquisição.

⁴⁶ Leciona desde 2008 no Câmpus Ipanguaçu do IFRN. Licenciado em Química pela UFC (2003), especialista em Docência do Ensino Superior pela UECE (2006) e Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela UFRN (2012). Leciona na educação básica desde 1993 e no ensino superior desde 2003, quando trabalhou como professor substituto no Departamento de Química da UFC, atuando nos cursos de licenciatura e demais graduações. Lecionou também nas licenciaturas da Universidade Estadual de Roraima (2007-2008) no período em que foi analista de gestão de laboratórios da Embrapa. Recentemente foi selecionado pela CAPES para atuar como articulador pedagógico no Projeto de Formação de Professores da Educação Básica do Programa de Qualificação Docente da Cooperação Internacional no Timor Leste. Dedicou-se às seguintes áreas: História e Filosofia da Ciência, Experimentação e Interdisciplinaridade.

to de divulgar a Alquimia entre estudantes da educação básica e da licenciatura em Química, cujos resultados ainda não foram devidamente sistematizados e metodologicamente analisados, mas que sinalizam para a importância de ações semelhantes, principalmente na educação básica, que abrange estudantes ainda adolescentes e geralmente mais abertos a inovações didáticas que incluam alguma perspectiva artística.

Dentre as principais as ações realizadas no câmpus Ipanguaçu, com o intuito de incluir princípios da Alquimia nas aulas de Química, descreve-se aquela considerada de maior impacto. Apesar de uma incipiente pesquisa de opinião sobre o tema com alunos da Licenciatura em Química, a principal intervenção ocorreu na abertura do semestre letivo 2011.1, na aula inaugural da turma do curso técnico em Agroecologia, como uma das ações planejadas no subprojeto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), do qual sou coordenador de área, e que foi estabelecida como tendo uma das metas principais incluir aspectos históricos no ensino dos conteúdos químicos. Está em andamento a confecção de um manual de Química Geral para estudantes de nível superior, com a inclusão de História da Química na resolução de questões de um livro didático.

Essa estratégia didática tem sido utilizada em apresentações realizadas em diversas situações e instituições escolares, tanto na educação básica como na superior, desde fevereiro de 2001, quando surgiu a ideia e o primeiro espetáculo, período em que começava a me aprofundar nas consultas bibliográficas sobre o assunto. Relato também a maneira como tenho me dedicado à difusão da Alquimia como recurso didático para uma visão transdisciplinar da Química, transmitindo conhecimentos científicos e filosóficos através da arte cênica, unindo teatro, música e experimentos químicos.

O interesse na Alquimia surgiu da fusão entre a espiritualidade e o ecletismo característicos de minha personalidade. Poder-se-ia dizer que fui iniciado na “Grande Obra” em 1993, quando abandonei o curso de Engenharia Química e me dediquei à leitura de publicações não acadêmicas e ao estudo de Filosofia. Lecionando desde então em escolas de nível médio, a preocupação em enfatizar o caráter experimental da Química e a importância das descobertas dos alquimistas para uma compreensão mais coerente da atividade científica me

impulsionaram a encontrar uma forma de introduzir a Alquimia nas aulas de Química. A partir desse reencontro com a Filosofia e História, o retorno à rotina acadêmica ocorreu no curso de Licenciatura em Química, a única opção para amenizar minha graduação limitada, no qual os conhecimentos das áreas ditas exatas eram completamente dissociados daquelas denominadas humanas, “grade” curricular típica dos currículos nas universidades federais na década de 90, o que me permitiu afirmar que me licenciava em Química, porém com o sentimento transcendente de um alquimista⁴⁷.

Na tentativa de desmitificar a Química como uma disciplina difícil, opinião de grande parte dos estudantes, sem, entretanto, desmistificá-la, como o faz a abordagem tradicional da ciência, contribuições da prática alquimística se incorporaram à práxis educativa. A importância da Filosofia na compreensão do conhecimento científico e suas implicações sociais, suas relações com as diversas formas de conhecimento, do senso comum ao religioso, assim como o resgate do fascínio pelas transformações materiais, que estimula o interesse pelo conhecimento e entusiasmo a transformação espiritual, têm sido os objetivos principais da inserção da *opus alchimica* nas aulas, como veículo de uma educação científica que privilegia a importância do desenvolvimento histórico no estabelecimento do conhecimento químico e das demais atividades científicas.

Como uma faísca inicial que atua como a energia de ativação de um processo químico, pode-se indicar a proposição didática surgida durante uma reunião pedagógica do Projeto Novo Vestibular (PNV), atualmente um projeto de extensão do Departamento de História da Universidade Federal do Ceará (UFC), em 2001.

A Alquimia recebeu o título de “Grande Obra”, como foi chamada pelos seus adeptos. Para místicos, a busca da perfeição, arte

47 Essa frase consta na minha placa de formatura, afixada nos corredores do bloco dos laboratórios de Química da UFC, onde concluí minha licenciatura em março de 2003, e que eu mesmo confeccionei quando assumi como professor substituto um mês depois da colação de grau. Essa atitude ousada gerou tantas polêmicas a ponto de professoras incomodadas com minha homenagem a bruxas e alquimistas proporem em uma reunião do departamento a retirada da placa. Ao se dirigirem à placa, para avaliar seu conteúdo, felizmente prevaleceu o bom senso e o respeito à pluralidade de ideias. Na ocasião, a chefe do departamento de Química Orgânica e Inorgânica, ao justificar tal iniciativa, argumentou que eu fora “criativo demais”. Considero essa a maior honraria que recebi daquela instituição, a despeito da premiação em primeiro lugar no Encontro de Iniciação à Docência e a posterior publicação da atividade alquimística nos seminários da disciplina de Introdução aos cursos de Química, no primeiro número da revista Cadernos de Graduação, editada pela Pró-Reitoria de Graduação.

milenar da transformação espiritual e material. Para educadores comprometidos com a evolução humana, principalmente na área das ditas ciências naturais, pode ser o ideal de uma prática transdisciplinar. Transdisciplinar aqui, no sentido etimológico, de transcender as disciplinas comuns ao currículo da educação básica.

Discorda-se da oposição entre ciências sociais e naturais, como se da natureza não dependesse a sociedade, ou como se o conhecimento das ditas ciências naturais não fosse socialmente condicionado. A divisão entre Química e História ou ciências naturais e sociais, como ainda são diferenciadas atualmente, foi acentuada com a publicação do livro do filósofo alemão Heinrich Lickert, *Os Limites da Conceitualização Científico-Natural*, em 1902, ao dissociar as ciências naturais das ciências históricas ou culturais. “[...] a diferença principal em relação às ciências da natureza não deveria ser buscada nos objetos aos quais umas e outras se devotam, mas nos procedimentos adotados. O que se opõe ao “natural” não é o ‘espiritual’, diz Lickert, mas o ‘histórico’”. (MATA, 2006, p. 349). Propõe-se a hipótese de que essa notória antítese pode ser superada pela síntese dialética na área de Educação (social) Química (natural), ao considerar que a superação dessa dicotomia pode contribuir para a aprendizagem de conhecimentos científicos mais coerentes com a dinâmica da atividade científica.

Algumas hipóteses levantadas pelos alquimistas medievais europeus e ridicularizadas em seguida, com o advento da supostamente imparcial e objetiva Ciência, estão sendo reavaliadas. Estudos na Física Quântica corroboram a influência do observador sobre o experimento. “[...] não podemos fazer observações sem perturbar os fenômenos; os efeitos quânticos que introduzimos com nossa observação instauram, automaticamente, um grau de incerteza nos fenômenos a serem observados”. (HEISENBERG, 1996, p. 124).

Uma das preocupações dos alquimistas, excetuando-se os muitos charlatões que mancharam a sua imagem, era que seu conhecimento não caísse em mãos irresponsáveis, que o poder de transformar a matéria não fosse usado por pessoas maléficas e egoístas, por isso adotaram uma postura simples e discreta, realizando seus estudos geralmente em locais afastados das grandes cidades para não despertar a curiosidade de gananciosos que viam a Alquimia apenas como uma maneira de obter grandes quantidades de ouro.

A maioria das pessoas não estava bem informada sobre as metas e práticas alquímicas, em parte porque a maioria dos alquimistas sérios se mantinha muito reservada e aqueles que se declaravam publicamente alquimistas eram muitas vezes os mais fraudulentos ou tolos de todos os praticantes. (GILCHRIST, 1988, p. 83).

Os conhecimentos alquímicos foram registrados através de uma linguagem obscura e simbólica, de difícil compreensão para quem não fosse um iniciado, os quais despertaram o interesse do psicanalista suíço C. G. Jung, que escreveu uma coleção analisando os arquétipos alquímicos, intitulada *Psicologia e Alquimia*.

A operação alquímica consistia essencialmente em separar a *prima materia*, chamada de *chaos*, em um princípio ativo, a alma, e um princípio passivo, o corpo, que eram então reunificados de forma personificada na *coniunctio* ou 'bodas químicas'... a coabitação ritual de Sol e Lua. (JUNG, 1991, p. 77).



Figura 1: Alquimista e símbolos alquímicos, como os do sol e da lua.

Fonte: Jung (1991)

Alquimistas não eram simplesmente pessoas dedicadas à compreensão do macrocosmo, da natureza que nos cerca, como os cientistas tradicionais, mas principalmente buscava-se a compreensão do microcosmo e sua interligação com o macro, como diz o texto considerado básico pelos alquimistas árabes, a Tábua da Esmeralda, que

“tornou-se para os árabes a obra básica de sua alquimia. [...] inicia-se pela conhecida frase: ‘O que está em cima é semelhante ao que está abaixo e o que está abaixo é semelhante ao que está em cima’”. (ibid., p. 28). A Alquimia buscava uma cura para as falhas humanas, na época ingenuamente percebidas como doenças, pobreza ou ignorância.

Desde o início, a alquimia serviu a dois propósitos: fabricar ouro a partir de elementos mais vis e fazer perfeito o homem, eliminando suas falhas. A alquimia material exige equipamento de laboratório, bicos de fogos, elixires e produtos químicos. **A alquimia espiritual pede uma melhor compreensão do destino do homem** por meio do significado *interno* de palavras, símbolos, números, sons e cores - o domínio da magia. (HOLZER, 1974, p. 64, grifo nosso).

No campo da Psicologia, além da contribuição aos arquétipos junguianos, há uma analogia relacionada às fases da Grande Obra, comumente citadas nos textos antigos, simbolizando diferentes estados psíquicos, que mostram como a obra exterior e a interior caminham juntas, assim como a natureza com a própria pessoa: “A operação alquímica veio a ser entendida como fazendo-se, não no forno ou vaso alquímico, mas no próprio corpo do alquimista”. (ALFONSO-GOLDFARB, 2005, p. 21).



Figura 2: Alquimistas realizando operações alquímicas em um laboratório

Fonte: Alfonso-Goldfarb (2005)

Essa abordagem holística já era enfocada pelos sábios antigos, quando estudavam a natureza tentando desvendar os seus mistérios, que tanto os antigos alquimistas como os cientistas atuais ainda não elucidaram totalmente. A História da Química inevitavelmente envolve outras histórias e transcende o objeto de estudo principal, como muito bem enfatizado pelo professor Chassot em seu artigo *Alquimando a Química*:

Não é possível referir algo sobre o surgimento da química sem fazer uma breve referência às múltiplas tessituras da história da construção do conhecimento e a seus diversificados encadeamentos. **A própria história da ciência não pode ser adequadamente observada sem se considerar, mesmo que panoramicamente, a história da filosofia, da educação, das religiões, das artes, das magias, e mesmo todas estas histórias na “história dos que não têm história”.** (CHASSOT, 1995, p. 60, grifo nosso).

Os conhecimentos alquímicos conduziram a inúmeras descobertas, algumas bastante esdrúxulas, como o fósforo, que foi obtido a partir da destilação de urina humana. Seu autor “é tido por alguns historiadores como o primeiro descobridor nominalmente conhecido de um elemento químico. [...] Na busca da pedra filosofal descobriu em 1669, a partir da urina, um sólido branco ceroso que brilhava no escuro e por isso foi chamado de ‘fósforo’”. (MAAR, 1999, p. 385). Hennig Brand é considerado o último dos alquimistas.



Figura 3: Imagem do quadro pintado para retratar a descoberta do fósforo

Fonte: Marr (1999)

Pesquisas históricas apontam informações que indicam como as imagens das obras publicadas sobre o assunto acompanharam a evolução ou ruptura⁴⁸ da Alquimia à Química: “[...] a partir do final do século XVII [...] As imagens simbólicas da alquimia viriam a se tornar menos frequentes e passariam a predominar precisas gravuras [...] representando equipamentos de laboratório, com extrema exatidão”. (BELTRAN, 2000, p. 15).

É justamente o poder das imagens e da música que fundamentaram essa atividade, ao apresentar inicialmente aos estudantes, antes de qualquer explanação sobre conteúdos químicos ou mesmo antes de esclarecer qual o objeto de estudo da Química, uma pequena dramatização sobre Alquimia, com o objetivo didático de motivar os alunos logo no início do estudo da ciência química e para que sejam iniciados pela sua controversa origem alquimística, para que, assim como eu, busquem a evolução espiritual antes da material.

Diante do atual descaso com a educação básica, além da limi-

⁴⁸ Essa é uma discussão extremamente profícua e exige um aprofundamento epistemológico que transcende o objetivo principal deste trabalho. Inquestionáveis são as contribuições alquimísticas para a atividade empírica da Química. Diversos equipamentos modernos, soluções e vidrarias de laboratório são heranças das técnicas desenvolvidas nas primeiras “transmutações” operadas pelos alquimistas.

tada formação dos educadores, alheios a essa crise sem precedentes que ameaça a própria existência da vida no planeta, é evidente a necessidade de uma reestruturação profunda na organização social, que se torna impossível sem um sistema educacional que se propõe a transcender barreiras entre conhecimentos como Ciência e Arte. Essas supostas fronteiras, segundo Bordieu (apud SILVA, 1999, p. 54), “são puros produtos de reprodução acadêmica”.

O alicerce de tais fronteiras é conceitualmente frágil e imensamente incapacitante, se formos tratar as realidades políticas da educação de maneira honesta. Por isso parte de meu método aqui é “transgredir” usando ferramentas desenvolvidas na teoria crítica, na Sociologia do Conhecimento, na Filosofia e assim por diante, e aplicá-los aos nossos pensamentos e atos práticos como educadores. Recorrendo novamente a Bordieu, “transgredir... é um pré-requisito para... avançar”. (ibid, p. 54).

Considerando uma perspectiva transdisciplinar como transgressora dos currículos positivistas que estabelecem conteúdos químicos desprovidos de uma abordagem histórica, cuja sequência não segue nem mesmo a própria história do desenvolvimento da Química em sua transposição didática, a Alquimia, como uma das criações culturais mais antigas da humanidade, deve ser inserida na Educação Química com o intuito de aperfeiçoar a contextualização dos conteúdos e desenvolver a consciência crítica das pessoas, indispensável para a participação política e o exercício pleno da cidadania.

Para entender essa proposta inovadora e até mesmo transgressora dos currículos oficiais, faz-se necessário conhecer melhor a história desse conhecimento hermético, cuja influência na atividade científica, apesar de polêmica, é reconhecida atualmente, mesmo sendo algo de difícil compreensão, como são considerados também muitos conteúdos presentes nos currículos do ensino médio e constantemente investigados e reformulados em decorrência das pesquisas realizadas na Educação Química nas últimas décadas, em cujas linhas de pesquisa figura como uma das principais, História, Filosofia e Sociologia da Ciência.

ALQUIMIA, CIÊNCIA E MAGIA.

A Alquimia tornou-se um imã para homens de cultura, especialmente aqueles que procuravam conhecimento abrangente do Universo. Seu credo era que não devia haver fronteiras entre artes, ciências, misticismo e conhecimento oculto.

Cherry Gilchrist

Ainda hoje são descobertas evidências científicas das contribuições da Alquimia para o desenvolvimento científico e estabelecimento da ciência química e das outras ditas ciências naturais, particularmente a Física, cujo um de seus maiores representantes, Isaac Newton, foi comprovadamente um dos precursores da Ciência moderna que mais se dedicaram ao estudo dessa grande obra humana.

Dentre suas características, as que mais têm sido apontadas são a prática experimental com descrições envoltas em mistério e o caráter místico, típico de uma religião. Até bem pouco tempo, tudo o que se sabia dos antigos alquimistas era o que está escrito em inúmeras obras cuja autoria quase sempre é duvidosa. Felizmente, nos últimos anos, muitos historiadores da Ciência têm se dedicado a estudos aprofundados sobre o tema e o próprio decurso da História tem ajudado, como a recente descoberta dos escritos de Newton sobre a Grande Obra.

Uma longa e tortuosa jornada iria afastar Newton dessas reflexões bastante indefinidas sobre a matéria. [...] ele começou a modificar sua filosofia mecânica com a filosofia da alquimia, e, por volta de 1660, preparou um pequeno trabalho contendo uma série de proposições alquímicas. (DOBBS, 1987, p. 4-5).

O termo Grande Obra é muito emblemático, ao se referir à importância que as práticas alquímicas conquistaram na Europa ocidental, particularmente nos países onde foram plantadas as sementes do conhecimento químico, como Inglaterra, Espanha, França ou Itália. Sem saber, estavam realmente iniciando a base do que seria a grande obra humana de edificação do conhecimento científico. Como afirmou Bunge (2007, p. 9):

A física e a filosofia conviveram desde o seu nascimento: às vezes misturadas, outras vezes cooperando entre si e frequentemente lutando uma com a outra. Desde os pré-socráticos até Einstein e Heisenberg, não houve grande físico que não sofresse o fascínio e não se sentisse em parte motivado pela filosofia.

Inúmeros cientistas⁴⁹ foram verdadeiramente alquimistas, cujos experimentos em busca da pedra filosofal ou do elixir da longevidade nortearam muitas de suas descobertas científicas. Se o termo Filosofia da Natureza, amplamente usado na Idade Média, aos poucos foi caindo em desuso e sendo substituído por Ciência Natural, a importância da Filosofia foi simultaneamente regredindo diante da imponente Ciência, cujos conhecimentos fascinavam as diversas sociedades e as transformaram ao longo da História, como na chamada Revolução Industrial, durante a qual os conhecimentos sobre gases literalmente permitiram o movimento das primeiras máquinas a vapor e a transformação dos recursos naturais.

Infelizmente, o princípio alquimístico de harmonia e contemplação da Natureza já não fazia mais parte do cotidiano das pessoas que se dedicavam ao estudo dos fenômenos naturais. Nesse momento, já imperava a máxima baconiana de dominação e exploração da Natureza para nos revelar os seus segredos, influência das práticas inquisidoras do nobre inglês. Segundo Santos (2010, p. 13):

[...] é total a separação ente a natureza e o ser humano. A natureza é tão-só extensão e movimento; é passiva, eterna e reversível, mecanismo cujos elementos se podem desmontar e depois relacionar sob a forma de leis; não tem qualquer outra qualidade ou dignidade que nos impeça de desvendar os seus mistérios, desvendamento que não é contemplativo, mas antes activo, já que visa conhecer a natureza para a dominar e controlar. Como diz Bacon, a ciência fará da pessoa humana “o senhor e o possuidor da natureza”.

Diferentemente da ciência em ascensão, a Alquimia ainda guardava seus princípios de contemplação e respeito à natureza, sem os quais os químicos se estabeleceram na sociedade, com a despreocupação com os resíduos e a poluição da natureza, apesar da máxi-

49 Apesar de nessa época, ainda serem denominados de filósofos da natureza, alquimistas como Brand, descobriu o fósforo branco (substância simples, não elemento, que brilhava no escuro devido a sua reação com o oxigênio do ar) a partir da destilação da urina, um fluido “dourado”.

ma que afirma que na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma... (ou tudo se destrói?). Em seu livro “Pequena História da Química”, Maar (1999, p. 86) comenta que a Ciência Moderna, assim como “a Química, são **diferenciadoras** quando conceituam, definem e classificam. Já a Alquimia sustentava uma visão **unificadora** da natureza (inclusive ao sustentar a ideia do “macrocosmo” refletindo-se no “microcosmo”)”. O autor (ibid., p. 87) aponta ainda as seguintes diferenças:

Quadro 1: diferença entre Alquimia e Química

Alquimia	Química
Interpretação subjetiva de dados empíricos (observador integra-se ao observado).	Interpretação objetiva de dados empíricos (observador à distância do observado).
É possível a revelação como forma de aquisição de conhecimento .	Aquisição de conhecimento só por indução ou dedução .
Imaginação (no sentido de especulação sem confirmação empírica) tem lugar na teoria.	A imaginação está excluída como procedimento metodológico de aquisição de conhecimento.
Visão unificadora do conhecimento da natureza.	Visão diferenciadora na tarefa de definir, conceituar e classificar.
Definição de objetivos amplos e permanentes.	Definição de objetivos concretos e limitados, pontos de partida de novos objetivos (“o cientista continua”).

Fonte: Maar (1999)

Robert Boyle, ao publicar seu livro “O químico cético”, apesar de ainda utilizar a noção de transmutação alquimística, apresenta um conceito de elemento muito parecido com o aceito atualmente. Sua importância foi decisiva no estabelecimento do atomismo enquanto princípio filosófico da incipiente Química, ainda demasiadamente influenciada pela concepção alquimística dos quatro elementos devido à reputação de Aristóteles e o poder da Igreja Católica, que via em suas ideias supostas confirmações para as interpretações bíblicas de então e um dos principais dogmas católicos.

Na própria Antiguidade, o atomismo já havia sido criticado por figuras como Platão e Aristóteles pelas suas conseqüências materialistas. Por esse motivo, o atomismo não obteve grandes

proponentes durante a Idade Média cristã, e a filosofia de Aristóteles, a partir da escolástica, passou a dominar a ciência até o início da Renascença. O aristotelismo foi institucionalizado e ensinado nas universidades através dos manuais da época e do próprio trabalho de Aristóteles. [...] A respeito da transubstanciação, Aristóteles, como vimos, admite, na sua teoria da matéria, a transformação mútua de todos os elementos, enquanto que, no atomismo de Demócrito, tal coisa é inaceitável. Assim, o dogma da transubstanciação, fundamental ao sacramento da Eucaristia da Igreja Católica, encontrou no aristotelismo a sua justificação e, **o contrário, retratado pelo atomismo, tornou-se uma blasfêmia.** O resultado desta condenação do atomismo pela Igreja Católica pode ser percebido até no século XVII. O lado escondido da condenação de Galileu, segundo a interpretação dada pelo historiador Pietro Redondi, é uma amostra exemplar disto. O real motivo da condenação de Galileu, senão o principal, teria sido, segundo a tese de Redondi, exposta no seu livro *O Galileu Herético*, a sua adesão ao atomismo, o que consistiria numa heresia contra a Eucaristia. (ROCHA, 2007, p. 54-55, grifo nosso).

Boyle, no ambiente propício da Inglaterra protestante, publicaria as bases do moderno atomismo, ousando questionar os quatro elementos aristotélicos, semelhantes também aos três princípios, fundamentos filosóficos da ideia de transmutação alquimística, que justificavam a procura incessante pela transformação de metais em ouro por pessoas que buscaram a Alquimia somente para tal fim:

Com relação às ideias especificamente atômicas de Boyle, encontramos nos seus dois trabalhos principais: *The Sceptical Chemist*, de 1661, e *Origins of Forms and Qualities*, de 1666, as apresentações mais sistemáticas. A importância de Boyle consistiu em levar a teoria atômica de Gassendi, do domínio filosófico para o domínio dos dados experimentais da química. Boyle percebeu que a teoria dos elementos de Aristóteles e a teoria dos três princípios de Paracelso não eram capazes de dar uma explicação satisfatória às experiências de seu tempo. Para Boyle, nem os *quatro elementos* (terra, água, fogo e ar), nem os *três princípios* (enxofre, mercúrio e sal) eram produtos de uma verdadeira análise. Por este motivo, Boyle acreditava que eles não poderiam ser chamados de elementos. Assim ele propôs critérios empíricos para a determinação de um verdadeiro elemento: i) deveria ser possível obter

o mesmo elemento através da análise de diferentes corpos; ii) as substâncias obtidas por meio da análise de diferentes corpos, sendo constituídas do mesmo elemento, deveriam ser idênticas entre si; iii) e o elemento uma vez obtido não poderia ser sujeito a nenhuma análise química posterior. (ibid., p. 61).

Alguns autores o denominam Pai da Química, apesar dos livros didáticos geralmente se referirem a Lavoisier como “Fundador da Química” devido ao uso minucioso da balança nos experimentos e à lei da conservação da massa nas reações. Essa regra, no entanto, foi publicada 14 anos antes na isolada Rússia czarista pelo pouco conhecido Lomonossov, cientista de muitas descobertas, porém de pouca comunicação com o restante da Europa.

A maioria dos livros se refere à origem da Alquimia como uma prática ocidental, com menções à Alexandria, a célebre cidade egípcia que possuiu a maior biblioteca da Antiguidade, o que não impediu que o dogmatismo religioso provocasse sua decadência e assassinasse uma de suas mais ilustres cidadãs e uma das poucas mulheres da qual se tem relatos de sua atividade docente e científica, Hipátia. Nessa célebre cidade antiga, ocorre o surgimento do “primeiro alquimista egípcio, autenticamente identificado, é Zózimo de Panápolis, que floresceu por volta do ano 300 de nossa era, em Alexandria”. (ALFONSO-GOLDFARB, 2005, p. 26). A autora ainda acrescenta:

É de Zózimo também a idéia de que existe uma substância que produz a transformação imediata de um metal em ouro, quando projetada nele – a substância que sucessivamente toma o nome de tintura, elixir, e finalmente, pedra filosofal. Seria considerada de virtudes semelhantes às dos remédios, que curavam doenças ou davam longa vida, ou, mesmo, eternidade. (ibid., p. 27).

O ouro foi o metal que mais fascinou a humanidade, desde as mais antigas operações metalúrgicas. Suas propriedades estudadas atualmente nos conteúdos de Química, como a excelente condutividade elétrica, maleabilidade e a resistência à corrosão, não justificam a importância que obteve ao longo dos séculos nas diversas sociedades, no desenvolvimento tecnológico e na evolução da Alquimia e da Química.

Talvez sua obtenção a partir dos minerais esclareça a sua importância desde a Antiguidade e a fama, que persiste até hoje, dos homens que “transmutavam” chumbo em ouro. Pode-se compreender a importância atribuída ao ouro desde as práticas alquímicas ao se considerar sua relevância na atividade química e na história humana, até os dias atuais.

Os primeiros metais a serem manipulados e utilizados pelo homem foram aqueles que podiam ser encontrados na natureza como elemento puro como, por exemplo, o ouro. Este, do latim *aurum* (aurora reluzente), é um metal de coloração dourada, de aspecto brilhante, resistente à corrosão, dúctil e maleável. Sua rara beleza fez desse elemento um metal conspícuo aos povos antigos. (GUERRA et al, 2012, p. 45).

A origem da Alquimia, assim como da própria Química, entretanto, é motivo de muitas controvérsias entre historiadores e extrapola o domínio da História, envolvendo uma discussão epistemológica sobre a cientificidade da Química e da Ciência. Para Chassot (1995, p. 20): “As origens da alquimia – e da própria química – perdem-se em tempos de que não temos registros, pois não podemos assumir como certidão de nascimento dessa ciência a publicação do *Traité élémentaire de chemie*, por Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794), em 1789”.

O vocábulo egípcio *Khemi* (negro) é considerado por vezes uma alusão ao Egito, pela cor de seu solo às margens do Nilo. Assim, Alquimia (*Al Khemi*) poderia ser a “ciência” - ou arte - egípcia”, o que estaria de acordo com tradições que pretendem remeter suas origens ao Egito Antigo. [...] Por outro lado, o verbo *Chew* do grego antigo, originou as expressões *chuma* (lingote) e *chumeia* (arte de fundir metais) o que poderia vincular a Alquimia às práticas de fundição e forja. (MACHADO, 1991, p. 12-13).

Apesar de muitos livros didáticos fazerem referência ao período medieval da Alquimia na Europa e alguns remeterem a origem ao Egito Antigo, o surgimento da Arte Negra⁵⁰ parece ter sido simultâ-

50 Esse termo é uma referência explícita ao Egito, tido como um dos berços da Alquimia e às terras férteis próximas ao rio Nilo, cuja cor escura remete a um dos possíveis sentidos etimoló-

neo a diversas regiões do planeta e remonta às diversas civilizações antigas, tanto orientais como ocidentais. “[...] como técnica arcaica a alquimia seria universal, pois emerge do próprio despontar da consciência humana, comum a toda a humanidade”. (VARGAS, In: ALFONSO-GOLDFARB, 2005, p. 19).

Há na alquimia algo que não se encontra nas técnicas antigas. Há uma “sabedoria” ausente naquelas. E “sabedoria” não é o resultado de lenta evolução; pelo contrário, ela aparece, simultaneamente entre todas as civilizações, no período da história que Karl Jaspers chama de “tempo-eixo”, entre 800 e 200 a.C., quando surgem no Oriente o confucionismo, o taoísmo e o budismo e, no Ocidente, o zoroastrismo, as profecias judaicas e a filosofia grega. (ibid., p. 18).

Baseando-se na pesquisa histórica documental, as fontes situam a origem das práticas alquimísticas na China, com os escritos sobre técnicas antigas. “Assim, havia desde os tempos imemoriais na China, as técnicas dos minérios e das fundições de bronze, ao lado da medicina arcaica dos “elixires”, cuja finalidade última era a obtenção da longevidade”. (ibid., p. 19). Considerando as primeiras obras publicadas sobre o assunto, credita-se a um chinês os primeiros registros da atividade de alquimista:

o mais velho tratado alquímico chinês é um comentário ao *I Ching* publicado no ano 142 de nossa época. Embora haja menções a alquimistas em escritos chineses do segundo século antes de Cristo, o primeiro alquimista chinês, razoavelmente conhecido, é Ko Hung (343-283 a.C.), cujo Livro publicado pelo pseudônimo de Pao p’u tzu, contém dois capítulos sobre elixires de longa vida, baseados em mercúrio e arsênico. (ibid., p. 20).

A linguagem hermética dos escritos alquimísticos tem sido objeto de estudo sistemático em trabalhos científicos na área de História da Ciência. Para muitos professores de Química, entretanto, alegorias de dragões e demais imagens míticas não seriam mais que fantasia dos alquimistas, não tendo relação nenhuma com a atividade

gicos da raiz das palavras Alquimia e Química.

química. O desconhecimento histórico chega ao ponto de ignorarem até mesmo que instrumentos de laboratório importantíssimos até hoje foram desenvolvidos por muitos desses precursores da atividade experimental moderna.

Através das imagens nos textos e livros do período medieval, a pesquisadora Maria Helena Roxo Beltran chegou à confluência entre arte e técnica ou magia e ciência. Como afirmou no livro escrito a partir de sua tese de doutorado, intitulado “Imagens de magia e de ciência: entre o simbolismo e os diagramas da razão”: “Na história da química, algumas considerações que se referem a imagens se ligam a pesquisas acerca do simbolismo alquímico e químico”. (op. cit., p. 15). Explica uma possível origem da enigmática simbologia alquimística:

Durante o século XVI, baseados nos estudos renascentistas sobre magia, muitos pensadores enfatizavam a relação macrocosmo/microcosmo em suas concepções, e se voltavam à observação da natureza em busca das virtudes que, acreditavam, estariam ocultas em cada elemento que a constituía. [...] Era a partir dessa concepção mágica que o alquimista operava sobre a matéria e, desse modo, acreditava intervir na própria natureza. Por esse motivo, os conhecimentos alquímicos deveriam ser mantidos ocultos em similitudes e alegorias, tais como as apresentadas nas imagens alquímicas. (ibid., p. 14).

Esse aspecto misterioso, sombrio até, apresenta um potencial dramático espetacular. Seu aproveitamento em uma apresentação artística pode tornar a Alquimia fascinante para os estudantes e, a partir desse contato inicial com a História da Química, tornar os conteúdos químicos mais empolgantes. O uso da arte na escola constitui-se de um recurso didático importantíssimo. “A arte é necessária para que o homem se torne capaz de conhecer e mudar o mundo. Mas a arte também é necessária em virtude da magia que lhe é inerente”. (FISCHER, 1987, p. 20).

A magia, o encanto... Eis o ponto de partida do processo de aprendizagem. Quando há encantamento, motivação, a aprendizagem se torna prazerosa. O encantamento ou deslumbramento com a Alquimia e a Química é o maior objetivo para uni-la à Arte e fazer dessa promissora união um eficaz recurso didático. Pela simples descontração propiciada, uma apresentação artística já transmite co-

nhcimentos científicos de forma descontraída e lúdica, envolvendo fatores emocionais na aprendizagem, o que ratifica sua relevância enquanto fator motivador na aprendizagem de conhecimentos científicos. Nas últimas décadas, diversos grupos de teatro científico têm sido criados nas mais variadas universidades. De acordo com Read (1986, p. 108), o uso da arte na educação pode cumprir a importante função do estímulo:

A educação - sejam seu objeto crianças ou adultos, indivíduos ou todo um povo, ou mesmo aquele mesmo que a ministra – consiste em criar estímulos. Mostrar o que é benéfico, o que é obrigatório, o que é bom – essa é a tarefa da educação. Ela está relacionada com os estímulos para a ação efetiva.

A própria origem mística da Química, assim como da Arte, revela uma característica fascinante dessas formas de conhecimento, aparentemente antagônicas, mas que ainda hoje guardam características em comum que podem encantar seus admiradores. Segundo Fischer (1987, p. 19): “[...] a arte em sua origem foi magia, foi um auxílio mágico à dominação de um mundo real inexplorado. A religião, a ciência e a arte eram combinadas, fundidas, em uma forma primitiva de magia, na qual existiam em sentido latente, em germe”.

De maneira geral, uma apresentação artística pode ser considerada um excelente recurso didático no ensino, como uma dinâmica de grupo ou uma aula de campo, mas não há dúvida de que seu papel na educação é muito mais significativo do que qualquer outro recurso disponível, pois a própria forma livre de expressão envolvida na arte é libertária, uma vez que rompe com um suposto método científico, rigoroso e desprovido de emoção, em detrimento da razão, princípio do conhecimento científico, nem sempre compreendido pelos estudantes.

É esse o primeiro ponto a assentar: o caráter único do divertimento humano, que constitui um mundo de liberdade e criatividade, pertencendo ao mundo inteligível e não ao dos fenômenos [...] toda a questão do lugar da arte na educação reside na continuidade de uma atividade básica de divertimento, transportada do divertimento para a arte e que permaneceu distinta daquelas atividades construtivas e racionais’. (READ, op. cit., p. 126).

Cabe a todo educador aprender a educar através da arte, despertar e aprimorar seus dons artísticos, inerentes a toda pessoa, mas reprimidos por uma “deseducação” que inibe o potencial criativo humano. A Química, como as outras ditas ciências naturais, cujos conteúdos estão presentes em todos os níveis de ensino, permite facilmente essa abordagem pela sua capacidade de fascinar os aprendizes através de reações espetaculares, com efeito visual formidável, cujas mudanças macroscópicas são perceptíveis e encantadoras como truques de mágica, que conseguem manter a atenção nos fenômenos em estudo.

Esse aspecto mágico da Química, muito usado inclusive em apresentações artísticas, como espetáculos musicais e dramatizações, não pode passar despercebido por quem se propõe a explorar ao máximo as possibilidades de melhorar a aprendizagem dessa disciplina tão importante para a formação integral do aluno e sua preparação para exercer plenamente sua cidadania em um mundo cada vez mais dependente da Ciência e da Tecnologia.

É verdade que a função essencial da arte para uma classe destinada a transformar o mundo não é a de fazer magia e sim a de esclarecer e de incitar à ação: mas é igualmente verdade que um resíduo mágico na arte não pode ser inteiramente eliminado, de vez que sem este resíduo provindo de sua natureza original a arte deixa de ser arte. (FISCHER, op. cit., p. 20).

A Alquimia já surgiu da fusão entre o estudo da matéria e do espírito, buscando uma evolução simultânea, na qual os meios materiais são instrumentos para os meios espirituais, de maneira que essa dimensão transcendental, união de magia e ciência, pode ser exibida artisticamente, como os rituais das antigas tradições místicas, em que a natureza era interpretada por meio dos mitos:

As operações das técnicas místicas são, portanto, repetidas ritualisticamente, pois todo comportamento humano, numa civilização mítica, não é espontâneo e inventivo, mas programado, como numa peça teatral. Não há causalidade, mas sim, a simultaneidade das cenas. Quando o feiticeiro põe-se, no alto do penhasco, a exortar o nascimento do sol, não significa que pretenda causar a aurora. O que há é uma cena que se repetirá indefinidamente igual, segundo o rito, com a simultaneidade da cerimônia e do nascer do sol. (VARGAS, op. cit., p. 17).

É justamente através da arte cênica que o misticismo da Alquimia pode ser bem vivenciado, de maneira que o fascínio pelos efeitos audiovisuais possa conduzir as pessoas pelo percurso da História, transitando pelo reino hermético da sapiência alquimística para os conhecimentos aprimorados ao longo dos séculos e configurados na atualidade como conteúdos de Química.

PERCURSO METODOLÓGICO

A apresentação artística, como foi estruturada e exibida no Câmpus de Ipanguaçu, foi uma adaptação menor da versão atual, que tem sido desenvolvida ao longo de quase duas décadas de estudos sobre Alquimia e atividades docentes como professor de Química, além da atuação como pesquisador na Educação Química, conduzindo algumas modestas investigações, geralmente sobre História e Filosofia da Ciência ou recursos didáticos utilizados no ensino de Química.

A primeira apresentação foi elaborada como uma aula interdisciplinar, quando professor bolsista na Universidade Federal do Ceará (UFC), do Projeto Novo Vestibular (PNV), vinculado à Pró-reitoria de Extensão e ao Departamento de História. Esse foi o primeiro curso pré-vestibular do país para alunos carentes em uma universidade federal, e desde o início conta com uma proposta diferenciada, que supera a abordagem unicamente conteudista, incentivando o desenvolvimento de atividades artísticas e interdisciplinares nas suas aulas temáticas, aulas integrantes do currículo que eram ministradas semanalmente, abordando diversos temas relacionados às disciplinas da educação básica, algumas vezes por convidados de outras instituições ou professores da universidade.

Foi neste local que surgiu a primeira versão do trabalho, depois de um minicurso ofertado por ocasião do Encontro Nacional dos Estudantes de Química, em Fortaleza, de 28 de janeiro a 03 de fevereiro de 2001, na Universidade Estadual do Ceará (UECE)⁵¹. Logo em

51 Primeira vez que vi o assunto ser abordado em uma universidade, pelo professor de Física, com doutorado em Ciências/História Social pela Universidade de São Paulo, na época professor titular do Departamento de Física e Química do Centro de Ciências e Tecnologia da UECE, Prof. Dr. Francisco Martins de Sousa. O professor ministrou o curso baseando-se na primeira edição do livro de Ana Maria Alfonso-Goldfarb, "Da Alquimia à Química". No ano seguinte, eu convidaria o prof. Martins para me orientar no meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da licenciatura em Química da UFC, pois esta universidade não apresentava em seu quadro de professores nenhum com formação em História da Ciência. Na época, a disciplina História da Química era

seguida, aconteceu a semana pedagógica do PNV, ocasião na qual a coordenadora pedagógica, uma estudante de pedagogia, lançou a proposta dos professores apresentarem aulas interdisciplinares coletivamente, ao longo do semestre. A ideia foi inicialmente recebida com receio por parte de alguns professores, mas rapidamente surgiu a concepção de uma aula sobre Alquimia com a participação de duas outras professoras, uma de História, para fazer uma contextualização histórica e incluir detalhes do período medieval, e outra da área de Letras, para fazer as explanações sobre os termos em latim, muito comuns nas imagens e nos textos alquímicos, como os que foram usados inicialmente nas primeiras aulas.

O planejamento ficou sob meu encargo, que elaborei um roteiro das informações que pretendia apresentar e como as professoras de História e Literatura colaborariam. Esta última desistiu depois da primeira aula, que era ministrada a todas as turmas, geralmente seis, e a aula manteve seu caráter interdisciplinar através da união dos conhecimentos históricos e linguísticos aos químicos, sendo ministrada por dois professores ao mesmo tempo.

Antes do início das aulas, no entanto, aconteceu a primeira exibição do que seria a apresentação atualmente denominada de aula alquímica. A abertura do semestre letivo do PNV, o primeiro encontro dos professores com os alunos, aconteceu no dia 12 de fevereiro de 2001, na entrada do prédio da universidade. Na ocasião, já havia sido confeccionada a primeira indumentária produzida para caracterizar um alquimista, que representa os mantos típicos dos estudiosos medievais, presentes em inúmeras imagens de alquimistas antigos, assim como um medalhão dourado de formato triangular⁵², referência ao esoterismo típico do período e que conserva até hoje uma estreita relação com princípios químicos. Logo nessa primeira apresentação, pôde ser percebido que o capuz encobrindo o rosto não surtiria o efeito desejado, sendo isso confirmado posteriormente em outras apresentações e alterado posteriormente.

Encenando um personagem medieval, ao declamar palavras em latim relacionadas a termos alquímicos, a aparição aos alunos com

ministrada como optativa, com o título de Tópicos em Química Inorgânica II.

52 O triângulo até hoje é muito utilizado na Química, representa o aquecimento nas equações, é utilizado pelos bombeiros para descrever os 3 componentes do fogo, etc. Sua origem remete às associações pitagóricas de figuras geométricas aos quatro elementos aristotélicos, assim como às pirâmides, cujo simbolismo, muito usado em diversas tradições esotéricas como a maçonaria, representa a evolução espiritual.

a indumentária provoca reações diversas e comentários engraçados por parte da plateia. Simultaneamente às palavras declamadas, como em um ritual religioso, é erguido o vidro e iniciado o experimento que tem sido aprimorado desde então. Empunhando um erlenmeyer com um líquido incolor, para representar o “elemento” aristotélico água, inseria-se no recipiente, para iniciar uma reação, um sólido pulverizado, “terra”, que ao entrar em contato com o líquido, imediatamente provocava um borbulhamento, simbolizando uma “transmutação” no “elemento” ar, o gás inflamável produzido na reação, que era retido em uma bexiga e que mais tarde sofreria combustão, liberando uma imensa chama esférica, o “elemento” fogo, representando assim, os quatro elementos.



Figura 4: Foto da primeira exibição, na UFC, em 2001.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

A apresentação da aula inaugural do semestre, em que os alunos são recepcionados, foi sendo aprimorada a partir das aulas temáticas intituladas “Da Alquimia à Química”, no mês seguinte, quando, juntamente com a bolsista de História, trabalhamos nas salas de aula a importância da Alquimia na História e na linguagem científica para o resgate da visão holística, em contraposição à lógica cartesiana e a fragmentação do conhecimento humano. No ano seguinte, novamente no início do período letivo, a apresentação seria mais uma vez exibida, contando com a colaboração dos demais professores na or-

ganização do cenário e com a inclusão de outro experimento, além do aprofundamento na abordagem histórica da Química, envolvendo uma contextualização sócio-filosófica e uma breve discussão sobre a Ciência, e explicações etimológicas de alguns termos em latim e do próprio nome Alquimia.

No nível superior, já mais elaborada, essa apresentação foi realizada primeiramente em abril de 2001, como um seminário da disciplina Introdução aos Cursos de Química, ministrado aos estudantes do primeiro semestre dos cursos de licenciatura, bacharelado e Química Industrial. Na disciplina História da Química (oficialmente Tópicos em Química Inorgânica II), essa apresentação foi adaptada para relatar a importância da Alquimia como um capítulo importante na História da Ciência e sua contribuição para os fundamentos da Química moderna, sendo exibida em fevereiro de 2002, durante a exposição da equipe de alunos da qual participei. Em abril deste mesmo ano, foi rerepresentada como um seminário sobre Alquimia aos alunos dos cursos de graduação durante a disciplina de Introdução aos cursos de Química.

Na primeira exibição, já havia sido confeccionada a roupa que caracteriza a figura mística do alquimista. Nesse mesmo período, o experimento com a liberação de hidrogênio já era a principal atividade química envolvida como parte do roteiro, que mais tarde foi acompanhado também pela produção de iodamina, uma substância que explode ao simples contato. Esse efeito foi muito explorado nas apresentações aos estudantes de Química da UFC, em virtude do efeito sonoro instigante quando os alunos pisavam no chão, que havia sido gotejado com o líquido, além do odor característico da amônia, usada na produção da iodamina.

A analogia do experimento de produção e combustão do hidrogênio foi aperfeiçoada e atualmente os quatro elementos aristotélicos são comparados aos estados físicos do seguinte modo: Terra, o sólido; Água, o líquido; Ar, o estado gasoso; e por último o Fogo, associado ao gás ionizado, ou plasma. Essa ordem simboliza o aumento crescente de energia que acompanha as mudanças de estado físico, um dos assuntos inicialmente abordados nas aulas de Química. As transformações físicas são explicadas em termos energéticos e essa analogia tem se revelado extremamente esclarecedora dos estados crescentes de energia e do calor envolvidos nas mudanças de estados

físicos, além de evidências experimentais de reações químicas, como alterações energéticas e formação de produtos gasosos.



Figura 5: Foto da fase inicial do experimento e analogia com os estados físicos.

Fonte: arquivo pessoal do autor

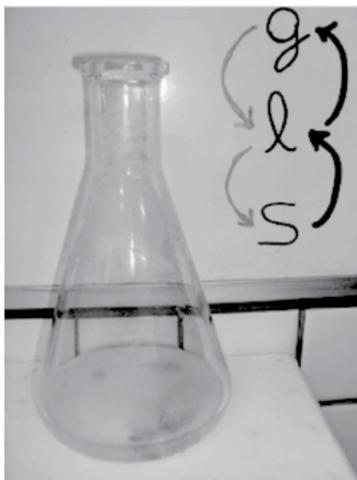


Figura 6: Foto do detalhe das bolhas de hidrogênio produzido.

Fonte: arquivo pessoal do autor

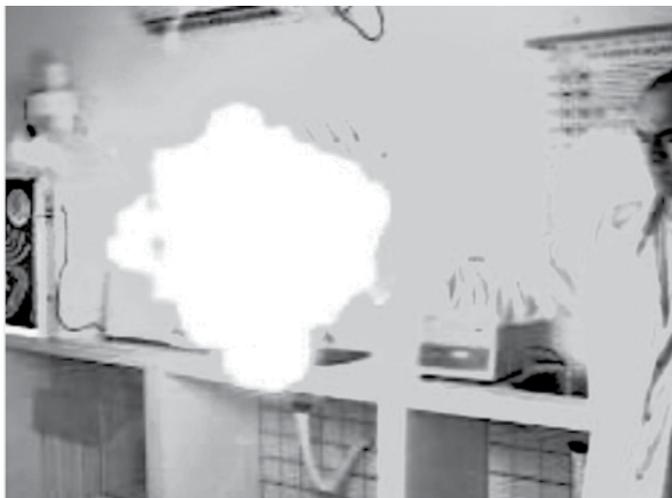


Figura 7: Foto do momento da combustão do hidrogênio⁵³.

Fonte: Vasconcelos (2010)

A apresentação no Câmpus Ipanguaçu foi programada para a primeira aula da turma do curso técnico em Agroecologia, que contava com 40 alunos oriundos do ensino fundamental da região, sendo a metade de escolas públicas. Contou também com a audiência do grupo de bolsistas do Pibid Química Ipanguaçu, de um professor de Matemática e de uma aluna do terceiro ano e bolsista, que registrou toda a apresentação em fotografias e vídeos, mas infelizmente todos os arquivos foram extraviados.

Ao adotar-se uma dinâmica própria da dramaturgia, foi montado um cenário dentro da sala de aula da citada turma, para que no momento que os alunos se dirigissem à sala, entrassem individualmente e mantivessem absoluto silêncio. Dois bolsistas do Pibid fizeram o papel de guardiões do recinto, vestidos de preto e recitando um pequeno texto com instruções para os alunos entrarem na sala em silêncio, de modo contemplativo e respeitoso com o que iriam presenciar.

⁵³ A colaboração do colega professor de Física, Caio Vasconcelos, foi imprescindível para a produção dessas imagens. A sua disposição em assistenciar esse experimento foi determinante na captação dessa foto em especial. Um agradecimento especial ao amigo e a alguns estudantes do primeiro semestre da licenciatura em Química, que aceitaram o convite para assistir à reprodução desse experimento, renunciando ao seu intervalo das aulas.

Todos os materiais haviam sido posicionados devidamente no espaço, com as luzes apagadas, cuja fonte principal de iluminação era uma vela posicionada próxima ao erlenmeyer, com a solução incolor que seria usada no experimento para representar o “elemento” água. Um computador era usado como sistema de som para reproduzir uma música relaxante, que criava um clima místico. Iniciada a entrada, primeiramente dos bolsistas do Pibid, foi constatada a surpresa inicial ao ver o professor posicionado próximo à vela, vestido com o manto de alquimista. Com o início do experimento, os bolsistas que atuaram como guardiães liam características astrológicas ligadas aos quatro elementos aristotélicos, enquanto a reação se processava, sempre com um fundo musical extremamente tranquilizante. Em absoluto silêncio, o alquimista conduzia o experimento próximo à vela, para que os espectadores pudessem observar atentamente os efeitos provocados pelas evidências experimentais da ocorrência de reações.

Ao término, passado o susto inicial com a queima do hidrogênio, o manto é retirado e o alquimista se transforma em professor, apresentando comentários sobre a Química, sobre a Ciência e a importância da História da Química, com explicações sobre a atividade experimental e sua função, desde o controverso período da Alquimia até a atualidade, e a importância das descobertas dos alquimistas para a compreensão dos fenômenos naturais.



Figura 8: Professor caracterizado com o manto alquimístico. Fonte: Vasconcelos (2010)

Fonte: Vasconcelos (2010)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A maioria dos bolsistas do Pibid considerou extremamente relevante a iniciativa, adentrou na sala e demonstrou de início um pequeno susto, seguido de muita descontração ao compreender o que estava ocorrendo. Como estudantes do terceiro e quarto semestres da licenciatura, demonstraram curiosidade e admiração pelo efeito visual. De modo inesperado, entretanto, uma bolsista, a mais velha, começou a comentar fenômenos paranormais e disse não estar se sentindo bem, achando o ambiente “muito pesado” e decidiu sair e não retornar mais, alegando depois que não se sentiu à vontade com o ambiente escuro e o contexto da apresentação. Essa associação entre Alquimia e Magia é perfeitamente compreensível e até esperada. Entretanto, nunca havia ocorrido uma reação tão intensa. Considera-se comum a associação superficial, provocada pelo uso do manto negro, entre magia e bruxaria ou feitiçaria. Assim como no passado, as crenças religiosas das pessoas ainda as condicionam ao interpretar fenômenos inexplicados pela comunidade científica e pouco esclarecidos, como foram as práticas alquímicas, cujos adeptos foram perseguidos por inquisidores devido aos supostos poderes demoníacos de manipular ervas e outros fenômenos naturais. Em conversa posterior com a bolsista, esta revelou que suas convicções religiosas a impeliram a querer se ausentar da apresentação em virtude do clima místico da sala e da roupa assustadora, segundo ela mesmo afirmou.

Os alunos da turma, adolescentes, surpreendentemente obedeceram às instruções dos bolsistas e se comportaram exemplarmente, fazendo muito barulho somente depois do término da apresentação, ao aplaudir e comentar o fim do espetáculo, que se encerra com a produção de fogo a partir da combustão do hidrogênio produzido na reação do sólido (pedaços de zinco) com o líquido (ácido clorídrico). Na outra aula, foram comentados alguns detalhes relacionados à reação, com demonstrações espontâneas de aprovação e admiração, principalmente pela última parte do experimento, na qual ocorre a explosão. Esse tem sido o questionamento recorrente em todas as apresentações e o efeito mais surpreendente para a maior parte dos alunos, que sempre demonstram muita empolgação no momento da explosão do hidrogênio, cujo efeito visual é acentuado em função da sala estar com as lâmpadas desligadas e o sonoro devido à sala ser

fechada, o que provoca eco e reverberação⁵⁴. Geralmente os alunos gostam de experimentos demonstrativos em que ocorra algo parecido e muitos demonstram explicitamente querer aprender a fazer “bombas”.

Apesar da inesperada atitude da bolsista, a receptividade dos alunos que estavam assistindo a uma primeira aula no IFRN foi muito significativa. Exatamente no dia em que se completava um ano da apresentação, alguns estudantes se recordaram que sua primeira aula foi a de Química, com a dramatização. Ao longo desse período, no entanto, pouquíssimas perguntas surgiram a respeito da apresentação e em algumas atividades durante as aulas expositivas, a história da Química parecia não demonstrar tanto interesse quanto o inicial, possivelmente em função do livro adotado na escola, extremamente criticado no que se refere aos aspectos históricos incluídos nos conteúdos, geralmente reduzidos a biografias e fatos pitorescos das vidas dos cientistas. Essa obra não foi mais adotada na escola, em virtude de ter sido reprovada no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2012-2014.

Outros fatores certamente devem ter contribuído e apontam para uma problematização posterior, possível objeto de estudo de uma investigação aprofundada sobre o pouco interesse em História da Ciência entre os alunos que se iniciam ao estudo do conhecimento científico.

No período em que a turma foi acompanhada, uma das atividades que mais poderiam ser associadas aos conhecimentos históricos foram seminários sobre modelos atômicos, que lhes foram solicitados para apresentar em grupo. Apenas um deles seguiu a ordem cronológica dos temas, como foi orientado, mas em nenhum dos trabalhos foi retomada a relação entre Alquimia e Química.

Considerando que no ensino fundamental raramente são lecionados os conteúdos químicos, principalmente nas escolas públicas da região do Vale do Açu, assim como é notório que as aulas de História

54 O barulho provocado é diretamente proporcional à quantidade de energia liberada na combustão, que por sua vez depende da quantidade de reagentes misturados. Devido ao hábito de realizar esse mesmo experimento há décadas, os materiais são estimados em quantidade suficiente para que produza uma chama grande, maior que o volume da bexiga totalmente cheia. Algumas vezes os professores e alunos das salas vizinhas relataram ter sentido as paredes tremerem, além do barulho, o que provocou a curiosidade ao ponto de alguns adentrarem na sala onde era realizada a apresentação, infelizmente provocando interrupção em algumas aulas.

geralmente não são muito empolgantes, é razoável supor que é difícil para os alunos compreenderem a importância da Alquimia para a História da Química.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É impossível quantificar a emoção humana. Nesse sentido, não se pode apresentar dados estatísticos sobre a motivação da aprendizagem dos espectadores e sua satisfação diante das apresentações. O propósito deste trabalho foi exatamente transcender a limitação científica, unir Arte e Ciência, valorizar outros conhecimentos que não têm comprovação, mas são evidentes, como o entusiasmo de quem assiste a uma cena de teatro, o que indubitavelmente torna o ensino de Ciência e de Química algo realmente místico, no sentido espiritual ou cultural, como classificou Rickert.

O resgate da visão holística do conhecimento é a maior lição que a Alquimia pode deixar de legado aos adeptos da Química. A relevância dos conhecimentos alquímicos, tanto para alunos do ensino médio como do superior, deve ser melhor avaliada mediante investigações de orientação qualitativa, cujos instrumentos de pesquisa são mais apropriados para captar as impressões dos sujeitos em análise. Pode-se ressaltar as considerações da Psicologia da Educação sobre os fatores que facilitam a concentração e estimulam a aprendizagem, como descontração, recursos audiovisuais atrativos, temas envolventes como magia e mistérios, aspectos trabalhados nessa apresentação.

Um valor numérico bastante representativo desse interesse foi a porcentagem de relatórios redigidos sobre o seminário de Alquimia na disciplina Introdução aos Cursos de Química, da UFC. Esta consistia exclusivamente de seminários, ministrados pelo corpo docente da Instituição e convidados. Os estudantes, ao final do semestre, escreviam um breve relatório sobre qual dos seminários lhes despertou maior interesse. A apresentação sobre Alquimia, a única ministrada por um aluno da graduação, foi a que obteve o maior número de relatórios (77%), o que indica a importância do trabalho para despertar o interesse pela Química, mesmo entre estudantes de nível superior.

No nível superior, considerou-se mais apropriado realizar um

diagnóstico inicial com os estudantes. Apesar da matriz curricular do curso de Licenciatura em Química do IFRN não oferecer a disciplina História da Química nos primeiros semestres, foi realizada, no início do ano letivo de 2010, uma pesquisa de opinião com os estudantes das duas primeiras turmas sobre suas concepções acerca da relação entre Alquimia e Química, que foi apresentada no VIII Simpósio Brasileiro de Educação Química, realizado em Natal, em julho de 2010. O trabalho apresentado na forma de pôster foi intitulado de Alquimia: Crenças de licenciandos sobre História da Química e formação docente. Está em fase de elaboração um curso sobre Alquimia e Química para os estudantes da licenciatura, cujo primeiro módulo consistirá essencialmente dessa apresentação e das discussões epistemológicas e pedagógicas sobre essa atividade e suas possibilidades didáticas.

Uma dedução plausível, que envolve os procedimentos sensíveis de aprendizagem, é que o experimento escolhido é um excelente recurso didático para a Educação Química, pois a “percepção dos fenômenos químicos através de suas evidências experimentais como mudança de cor, temperatura e liberação de produtos gasosos, exemplificada pela demonstração da ‘transmutação dos elementos terra e água em ar e fogo’ é assimilada” (PINHEIRO e OLIVEIRA, 2002, p. 59) de modo descontraído, mas eficaz, mesmo para leigos no assunto, o que indica sua adequação como situação motivadora inicial.

Os aspectos visual e sonoro da cena despertam a imaginação e levam os espectadores a viajarem na História, vendo em ação, na sua frente, como um dos muitos filmes que retratam essa época, a imagem de um alquimista medieval. O que se observou na apresentação em Ipanguaçu, assim como nas outras, foi o grande interesse pelo assunto, apesar da impressão de uma importância maior atribuída aos experimentos que à encenação por parte dos alunos.

Um detalhe muito apreciado é a densidade do hidrogênio ser menor que do ar e o gás produzido, retido em um balão, flutuar. Algumas vezes esse experimento é repetido depois, para ser mais explorado didaticamente, ocasião em que são pendurados objetos no balão, antes de queimá-lo, para trabalhar melhor o conceito de densidade. Esse aspecto confere à combustão do hidrogênio um efeito mais empolgante, devido à chama ser produzida a partir do balão que fica suspenso, o que permite visualizar a chama se espalhar em todas as direções. Isso provoca algumas vezes muito susto, alguns alunos

já relataram sentir até o calor da chama, além da pressão que pode ser percebida no ambiente, juntamente com o barulho produzido no momento da explosão, efeitos que causam extrema admiração.

A opinião extremamente positiva diante da observação do professor de Matemática presente reitera a adequação da atividade à situação e sua relevância didática para aulas de nível médio, como estratégia de motivação para iniciar o estudo de Química, uma das disciplinas que apresenta maior aversão dos estudantes, justamente pela dificuldade em matemática, habilidade indispensável para a compreensão de muitos assuntos.

REFERÊNCIAS

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **Da alquimia à química**: um estudo sobre a passagem do pensamento mágico-vitalista ao mecanicismo. São Paulo: Landy, 2005.

CHASSOT, A. I. Alquimiando a Química. **Química Nova na Escola**. n. 1, maio 1995.

DOBBS, B. J. T. **A alquimia de Newton e sua teoria da matéria**. Tradução Heleny Uccello Gama. São Paulo: IFUSP, 1987.

FISCHER, E. **A necessidade da arte**. Tradução Leandro Konder. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

GILCHRIST, C. **A alquimia e seus mistérios**. Tradução Aydano Arruda. 2. ed. São Paulo: IBRASA, 1988.

GUERRA, W.; JUNQUEIRA, J. S. S.; SILVA P. P. Ouro. **Química Nova na Escola**. v. 34, n. 1, fev. 2012.

HEISENBERG, W. **A parte e o todo**: encontros e conversas sobre física, filosofia, religião e política. Tradução Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

HOLZER, H. **Os verdadeiros segredos do alquimista**. Tradução de Ana Maria Sarda. Rio de Janeiro: Record, 1974.

JUNG, C. G.. **Psicologia e Alquimia**. Tradução e Organização Leonardo Boff et al. Petrópolis: Vozes, 1991.

MAAR, J. H. **Pequena História da Química**: Uma História da Ciência da Matéria. Primeira parte. Dos primórdios a Lavoisier. Florianópolis: Papa-livro, 1991.

MACHADO, J. **O que é Alquimia**. São Paulo: Brasiliense, 1991. (Primeiros Passos, n. 248).

MATA, S. da. Heinrich Rickert e a fundamentação (axio)lógica do conhecimento histórico. **Varia Historia**, Belo Horizonte, v. 22, n. 36, jul/dez., 2006.

PINHEIRO, M. F., OLIVEIRA, J. M. B. A Alquimia na História: uma abordagem interdisciplinar da Química. **Cadernos da Graduação**, n. 1, 2002.

READ, H. **A Redenção do Robô**: meu encontro com a educação através da arte. Tradução Fernando Nuno. São Paulo: Summus, 1986. (Novas buscas em educação, v. 25).

SANTOS, B. de S. **Um discurso sobre as ciências**. 16. ed. Porto: Afrontamento, 2010.

SILVA, T. T.; MOREIRA, A. F. (org.) **Currículo, cultura e sociedade**. São Paulo: Cortez, 1999.

OS PROJETOS DIDÁTICOS E A INTERDISCIPLINARIDADE NO TRABALHO PEDAGÓGICO DO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA: POSSIBILIDADES E DESAFIOS

REJANE BEZERRA BARROS⁵⁵

MÁRCIA GORETTE LIMA DA SILVA⁵⁶

INTRODUÇÃO

Na atual conjuntura da sociedade do conhecimento, como denominam alguns autores, aponta-se para novas necessidades de formação de profissionais para atuarem no cenário mundial, que interfiram diretamente na educação. As exigências do mundo economicamente globalizado sugerem um novo perfil de profissionais,

⁵⁵Possui Mestrado em Ensino de Ciências pela UFRN, especialização em Psicopedagogia pela UnP, graduação em Pedagogia pela UFRN. Atua na área de coordenação pedagógica, supervisão e gestão educacional desde (quando?), tendo assumido o cargo de Coordenadora Pedagógica em escolas da rede particular de Natal/RN, atuando em diferentes níveis de ensino. Como professora, lecionou em diversos Cursos Superiores de Licenciatura em Pedagogia, em Cursos Superiores de Licenciatura em Física e também em cursos de Especialização pela UnP e pela Escola de Gestores/UFRN/MEC. Participou da coordenação do processo de elaboração do Projeto Político-Pedagógico do IFRN, por ocasião da implantação do IFRN, de acordo com a lei de criação dos Institutos Federais. É pesquisadora cadastrada no Núcleo de Pesquisa em Políticas e Gestão da Educação Profissional, Educação de Jovens e Adultos, Diversidade e Inclusão Social (NUPEADIS) do IFRN, na linha de pesquisa de Políticas, gestão e desenvolvimento da educação profissional.

⁵⁶Doutora em Educação pela UFRN, mestre em Engenharia Química pela UFRN, especialista em CTS pela Universidade de Oviedo, graduada em Química Industrial pela UFPA e em Licenciatura em Química pela UFRN, atuou na escola da educação básica por 10 anos. Atualmente é professora adjunta IV do Instituto de Química da UFRN e coordenadora do Programa de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID) no curso de Licenciatura em Química e do Programa de Licenciaturas Internacionais (UFRN-Universidade de Coimbra). Exerceu cargo de vice coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da UFRN e coordenadora pedagógica do Programa de Bolsas REUNI na Pró-reitora de Pós-Graduação. Tem experiência na área de Educação Química, atuando principalmente com elaboração de unidades de ensino, formação de professores e estratégias de ensino.

cada vez mais qualificados e especializados, provocando mudanças nos processos formativos e nas relações que se estabelecem no mundo do trabalho. São mudanças em nível macro, na medida em que interferem nas definições das políticas educacionais e da organização e estruturação dos sistemas de ensino para atender as necessidades imediatas da sociedade. Nas últimas décadas, mais especificamente a partir dos anos 90, o Brasil e diversos outros países em desenvolvimento têm vivenciado uma forte influência de organismos internacionais de financiamento, que impõem a lógica determinista advinda dos ideais neoliberais, visando aos interesses do mercado de trabalho. Em nível micro, essas mudanças interferem diretamente na escolha das ofertas das instituições educativas, no desenho curricular dos cursos, na organização da prática pedagógica e no processo de ensino e aprendizagem, dentre outros aspectos.

Nesse contexto, as instituições educativas e os professores enfrentam um grande desafio em seu fazer pedagógico: optar por um ensino mais reflexivo, contextualizado e interdisciplinar ou optar pela continuidade de uma prática tradicional, privilegiando um ensino imediatista e puramente conteudista. Escolher a primeira opção seria assumir a postura de professor reflexivo e instigador, mediador do processo de construção da aprendizagem significativa na perspectiva de uma aprendizagem com sentido, da construção do conhecimento, do desenvolvimento de habilidades e competências técnicas e de atitudes do estudante, contribuindo para a formação cidadã e para o exercício da responsabilidade, da ética e da cidadania, enquanto ser humano crítico e consciente do seu papel social. A segunda opção é considerada mais cômoda, uma vez que o professor não assume o compromisso com a formação integral do sujeito, permanecendo com a postura tradicional como mero transmissor de informações, o que leva à passividade do aluno, permitindo apenas o acúmulo de conhecimento de caráter reprodutivo e limitado, vinculado às informações pré-estabelecidas na comunidade científica, não propiciando discussões, reflexões ou questionamentos frente a essas informações.

Nesse sentido, alguns aspectos presentes no processo de ensino e aprendizagem ganham destaque, como a seleção dos conteúdos, a forma de abordagem, o plano de ensino, os recursos didáticos, a escolha teórico-metodológica, as concepções que fundamentam a

prática educativa, dentre outros que formam um conjunto de planejamentos e ações intencionais que irão definir a proposta pedagógica da Instituição de ensino. Diferentes estratégias de ensino são sugeridas por diversos autores e documentos oficiais que norteiam o sistema de ensino brasileiro, tais como: debates, seminários, jogos e o desenvolvimento de projetos didáticos, dentre outras. Essas estratégias devem ser pensadas e planejadas visando à participação mais ativa do alunado e o favorecimento do processo de aprendizagem. Tais documentos sinalizam que o uso de projetos em sala de aula, enquanto estratégia didático-pedagógica, privilegia a pesquisa na sala de aula, podendo se constituir em uma das estratégias que contribuem para a melhoria na qualidade do ensino e para a aprendizagem dos estudantes. As Orientações Curriculares para o Ensino Médio salientam que

o ensino por meio de projetos, além de consolidar a aprendizagem, contribui para a formação de hábitos e atitudes, e para a aquisição de princípios, conceitos ou estratégias que podem ser generalizados para situações alheias à vida escolar. Trabalhar em grupo dá flexibilidade ao pensamento do aluno, auxiliando-o no desenvolvimento da autoconfiança necessária para se engajar numa dada atividade, na aceitação do outro, na divisão de trabalho e responsabilidades, e na comunicação com os colegas. Fazer parte de uma equipe exercita a autodisciplina, o desenvolvimento de autonomia e o automonitoramento. (BRASIL, 2006, p. 27).

Evidencia-se, portanto, a necessidade dos professores assumirem uma postura crítica frente ao processo de ensino e aprendizagem e utilizarem procedimentos metodológicos e recursos didático-pedagógicos que ultrapassem a visão tradicional do ensino e a consequente passividade do aluno. Assim, a utilização de projetos didáticos na perspectiva interdisciplinar em sala de aula é uma das estratégias que podem contribuir para a superação desse paradigma. Aliado a essa questão, há, ainda, uma forte tendência de que estes sejam projetos interdisciplinares. Porém, existem alguns entendimentos distorcidos com relação a este tema, havendo a necessidade de estudos e de mudanças de concepções e de posturas por parte dos educadores e dos educandos no processo ensino-aprendizagem.

O trabalho com projetos, na perspectiva interdisciplinar do trabalho pedagógico, promove a integração entre professores e es-

tudantes, contribuindo para a aquisição do conhecimento. Requer o desenvolvimento de uma série de atividades nas quais os estudantes participam como protagonistas, de forma ativa desde o início, na concepção do projeto, no planejamento, na execução e na avaliação dos resultados. No entanto, para que essa participação ocorra satisfatoriamente, é preciso que as atividades sejam desenvolvidas a partir da problematização de um tema, por meio da qual estudantes e professores discutem a relevância e a pertinência do projeto. Dessa forma, se definem as etapas do processo de investigação e a divisão de tarefas, que envolve o planejamento conjunto das atividades, a tomada de decisões acerca da metodologia, do cronograma par ao desenvolvimento das ações e a definição de metas a serem alcançadas em torno de um objetivo comum. Todo esse processo deve acontecer em colaboração contínua e compartilhada do grupo, favorecendo, assim, a construção de aprendizagens não somente conceituais, mas também procedimentais e atitudinais. No entanto, autores como Pozo e Crespo (1998) assinalam que há professores que ainda priorizam apenas o ensino de conteúdos conceituais, tendo, na maioria das salas de aula, alunos passivos que ouvem e copiam o que lhes é falado e escrito no quadro.

A organização do trabalho pedagógico por meio de projetos interdisciplinares é uma das estratégias didático-pedagógicas que podem contribuir para a integração curricular. Porém, é uma opção metodológica que pressupõe o enfrentamento de desafios na medida em que requer uma mudança de postura de educadores, educandos e de todos os atores da instituição frente ao processo de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, faz-se necessário o repensar dos educadores acerca da concepção de educação, no sentido de contribuir para uma formação integral do sujeito, na perspectiva da formação do cidadão crítico, responsável e consciente do seu papel na sociedade por meio da educação integrada.

No Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, tem-se como função social:

ofertar educação profissional e tecnológica – de qualidade referenciada socialmente e de arquitetura político-pedagógica capaz de articular ciência, cultura, trabalho e tecnologia – comprometido

da com a formação humana integral, com o exercício da cidadania e com a produção e a socialização do conhecimento, visando, sobretudo, a transformação da realidade na perspectiva da igualdade e da justiça sociais. (INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE, 2012, p.18).

Assim, a Instituição assume, em seu Projeto Político-pedagógico – PPP, a concepção de currículo integrado baseado nos princípios da educação politécnica, visando à formação omnilateral do sujeito em seus aspectos intelectual, psicológico, científico e cultural. Assim, o currículo é entendido como:

um conjunto integrado e articulado de atividades intencionadas, pedagogicamente concebidas a partir da visão crítica de ser humano, de mundo, de sociedade, de trabalho, de cultura e de educação, organizadas para promover a construção, a reconstrução, a socialização e a difusão do conhecimento. Essas atividades intencionadas, sob sustentação de um aporte histórico-crítico, visam à formação integral dos educandos, objetivando, também, torná-los cidadãos aptos a contribuir com o desenvolvimento socioeconômico local, regional, nacional e global, na perspectiva da edificação de uma sociedade democrática e solidária. (INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE, 2012, p. 51).

Nessa perspectiva, urge a necessidade de reflexões sobre o desenvolvimento da prática educativa, de forma a se perseguir o cumprimento das políticas e ações institucionais propostas. Tomando-se como base os princípios orientadores para a prática pedagógica defendidos no PPP do IFRN, são definidas diretrizes pedagógicas que visam nortear ações e procedimentos didático-pedagógicos para o desenvolvimento dos processos educacionais. Dessa forma, tenciona-se possibilitar a reflexão, o planejamento e a efetivação da prática pedagógica na busca da articulação entre ensino, pesquisa e extensão e do desenvolvimento do currículo na perspectiva da educação integrada. Dentre esses princípios orientadores estão: a pesquisa como princípio pedagógico, o trabalho como princípio educativo, o respeito à diversidade e a interdisciplinaridade. Nessa direção, as diretrizes pedagógicas para a prática pedagógica envolvem o planejamento pedagógico, a avaliação da aprendizagem e outras, dentre as quais

destacamos os projetos integradores, que há alguns anos vêm sendo desenvolvidos nos cursos superiores, tendo por base a concepção de interdisciplinaridade, com o objetivo de articular e inter-relacionar teoria e prática.

Durante o processo de construção do *Projeto Político-Pedagógico: uma construção coletiva*, no período de 2009 a 2012, ocasionado pela mudança de institucionalidade de Centro Federal de Educação e Tecnologia do Rio Grande do Norte-CEFETRN para IFRN, por determinação da Lei de criação dos Institutos Federais, Lei 11.892/2008, foram realizados diversos fóruns para discussões e debates junto aos grupos de educadores da Instituição acerca do desenvolvimento de projetos integradores também nos cursos técnicos de ensino médio. Durante a semana pedagógica, no início do ano letivo de 2010, atendendo ao convite da Instituição, a professora Maria Ciavatta proferiu palestra sobre o “currículo integrado” e a “interdisciplinaridade”. Foram realizadas oficinas com os grupos de professores para se discutir sobre a adoção de projetos no trabalho pedagógico em todas as ofertas institucionais, abordando-se as possibilidades e os desafios a partir do relato de experiências já vivenciadas nos cursos de graduação da Instituição. Na ocasião, discutiu-se sobre o desenvolvimento de projetos interdisciplinares como uma opção didático-metodológica que favorece o diálogo entre as áreas de conhecimento e a integração curricular, assumindo-se o desafio de se realizar o desenvolvimento de projetos integradores em todas as modalidades de ensino da Instituição. Ao assumirem esse desafio, os educadores reafirmaram a adoção do desenvolvimento de projetos em sala de aula como uma das diretrizes para a prática pedagógica, definidas no PPP da Instituição.

Para Santomé (1998, apud RAMOS, 2009) a denominação “L” tem sido utilizada como tentativa de contemplar uma compreensão global do conhecimento e de promover maiores parcelas de interdisciplinaridade na sua construção. A integração ressaltaria na unidade que deve existir entre as diferentes disciplinas e formas de conhecimento nas instituições escolares. Dessa forma, favorece a compreensão de conceitos e a integração dos saberes acadêmico-científicos com os saberes do cotidiano dos estudantes. A interdisciplinaridade, como método, é a reconstituição da totalidade pela relação entre os conceitos originados a partir de distintos recortes da realidade; isto

é, dos diversos campos da ciência representados em disciplinas (RAMOS, 2009).

Na busca de alternativas voltadas para a discussão de questões como estas no interior das instituições de ensino, tomamos como base a pesquisa que desenvolvemos em 2008 junto a um grupo de professores do ensino médio de uma escola particular, por ocasião da pesquisa do mestrado, intitulada “Opiniões de professores do ensino médio: refletindo sobre os projetos escolares e a interdisciplinaridade”. Tendo como objetivo geral contribuir para a reflexão dos professores sobre o uso dessa estratégia de ensino, propúnhamos conhecer as ideias e opiniões dos professores sobre planejamento, desenvolvimento e avaliação de projetos, tanto disciplinares como interdisciplinares; assim como identificar as principais dificuldades desses professores sobre o trabalho com projetos na escola e analisar juntamente com os professores projetos já desenvolvidos. Para o alcance desses objetivos, o percurso metodológico da pesquisa envolveu a aplicação de questionários com perguntas abertas e fechadas para o levantamento das ideias prévias dos professores, no intuito de subsidiar o planejamento de um encontro-oficina desenvolvido posteriormente na própria escola sobre o tema em questão. Nesse encontro com os professores foi realizada uma exposição sobre os documentos oficiais e sobre os estudos de Ivani Fazenda sobre os conceitos da interdisciplinaridade. Em seguida, foi realizada uma entrevista coletiva, retomando os aspectos identificados como pontos frágeis na análise das respostas ao questionário.

O estudo parte da hipótese de que nas escolas, quando são desenvolvidos, os projetos assumem uma característica de pseudointerdisciplinaridade. Pode-se dizer que o que acontece na prática, na maioria das vezes, é uma junção de várias disciplinas que não interagem, não dialogam. Essa hipótese foi confirmada durante o desenvolvimento de uma pesquisa feita junto ao grupo de professores do ensino médio participantes da pesquisa acima mencionada, ficando evidente o desconhecimento de como se elaborar e desenvolver projetos em sala de aula, bem como o desconhecimento do conceito de interdisciplinaridade por parte da equipe de educadores. Por inferência e pelas observações e entrevistas realizadas durante o processo de investigação, pode-se dizer que essa deficiência advém, principalmente, do próprio processo formativo dos professores. Como resul-

tados da pesquisa, observou-se que, como principal dificuldade para o desenvolvimento de projetos na escola, surgiu o fator tempo para o planejamento em equipe, seguida da carga horária excessiva dos professores que, geralmente, também trabalham em outras escolas. Alguns professores afirmam não desenvolverem projetos por não terem conhecimento de como se elaborar projetos escolares, quer sejam disciplinares, quer sejam interdisciplinares.

É importante destacar que as dificuldades encontradas para desenvolver projetos com os alunos do Ensino Médio neste grupo de professores em uma escola particular de Natal não difere muito das dificuldades apontadas, por exemplo, por um grupo de professores do Ensino Médio da rede pública brasileira. De acordo com uma pesquisa desenvolvida por três pesquisadores da UNESP-SP, Câmpus de Bauru, junto a vinte e três professores-alunos que foram entrevistados a respeito das dificuldades para a realização de um trabalho interdisciplinar, quanto aos professores, aos alunos e aos conteúdos científicos, as principais dificuldades apontadas pelos professores participantes são a falta de tempo, poucas aulas semanais, falta de estrutura no ambiente escolar, espaço físico e salas de aula superlotadas, além de reclamarem que as concepções prévias dos alunos trazem dificuldades, dentre outras dificuldades mais relacionadas com eles. (AUGUSTO; CALDEIRA, 2005).

REFERENCIAL TEÓRICO

A mudança de postura do educador faz parte das exigências do contexto social atual. A busca pela melhoria da qualidade do processo de ensino-aprendizagem é inegável, tendo em vista atender às necessidades atuais da sociedade, que apresenta características de um mundo econômico e politicamente globalizado. Isso tem levado muitos pesquisadores a questionarem os modelos de formação de professores, que pouco têm contribuído para uma real transformação da prática educativa. Teóricos como Gauthier e Tardif (1996) apontam para a necessidade de uma mudança na ação pedagógica, “uma necessária renovação didático-pedagógica”. Essa nova realidade requer da escola e dos educadores manterem-se atualizados com relação às novas tecnologias, aos sistemas de informação e comunicação e às

formas de ensinar. Faz-se necessário um novo perfil do profissional da educação enquanto sujeito que constrói saberes, dando sentido à sua prática, considerando suas possibilidades, interesses e necessidades. Tudo isso faz com que os professores busquem a sua formação continuada e assumam que a escola em que trabalham possa ser vista como espaço formativo.

Dessa forma, no desenvolvimento desta pesquisa, procurou-se destacar, principalmente, a importância do uso de projetos em sala de aula como um recurso didático-pedagógico para a organização de atividades na escola. Foi discutido com os professores sobre os sentidos dados ao termo ‘projetos escolares’ e os tipos de projetos (disciplinares e interdisciplinares), bem como sobre a interdisciplinaridade, tendo os estudos de Ivani Fazenda como embasamento teórico para se discutir esse tema, procurando-se estabelecer uma relação entre a abordagem dada em cada documento legal sobre os projetos escolares como estratégia pedagógica no Ensino Médio. Para iniciar a discussão, buscou-se esclarecer, no dizer de alguns autores, a indagação “o que são projetos”? Para tanto, apresentaremos a seguir algumas das definições encontradas.

Segundo o dicionário Aurélio, “projeto” é a ideia que se forma de executar algo, no futuro; plano, intento, empreendimento a ser realizado dentro de um determinado esquema.

Para Gardner (1994), um projeto fornece a oportunidade para os estudantes disporem de conceitos e habilidades previamente dominadas a serviço de uma nova meta ou empreendimento. Essa visão é oriunda da impossibilidade de se “conhecer tudo”, o que origina a necessidade de aprender como se relaciona o que se conhece e a estabelecer essa vinculação com o que o estudante pode chegar a conhecer.

Hernandez (1998) discute a ideia de que trabalhar com projetos dá importância não só à aquisição de estratégias cognitivas de ordem superior, mas também ao papel do estudante como responsável por sua própria aprendizagem. Significa enfrentar o planejamento e a solução de problemas reais, oferecendo a possibilidade de investigar um tema partindo de um enfoque relacional que vincula ideias-chave e metodologias de diferentes disciplinas.

Na área das Ciências da Natureza, por exemplo, os projetos podem envolver a História da Ciência para se aprofundar estudos sobre:

a importância de se compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia nos mais diversos campos e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades, como no caso da evolução dos meios de comunicação, a partir da compreensão das características das ondas eletromagnéticas, do telégrafo ao celular via satélite (BRASIL, 2006, p.64).

Um exemplo bastante interessante de um projeto interdisciplinar realizado com alunos do Ensino Médio é o RIO(CON)VIDA, desenvolvido por educadores e alunos de uma escola pública em Pombal, na Paraíba. O referido projeto foi iniciado a partir da discussão em sala de aula sobre o problema da poluição da água do rio que abastece a cidade. Em seguida, os alunos foram motivados pelos educadores a desenvolverem as suas pesquisas a partir da coleta de amostras da água do rio e levantamento dos problemas causados à população da cidade pela poluição, envolvendo diversas disciplinas de áreas de conhecimento diferentes. Os alunos e educadores extrapolaram os muros da escola, conscientizando a população dos males que a poluição causa à própria comunidade, conclamando toda a comunidade a participar de uma grande campanha de despoluição e preservação da água do rio, preservando a vida de peixes e vegetais e a saúde da população. Utilizaram diferentes metodologias para desenvolver atividades, como elaboração e distribuição de panfletos, música, dramatizações, realizaram debates, fizeram análise de material coletado, conseguiram patrocínios, envolveram a população e o poder público, dentre outras ações. Esse projeto ganhou repercussão em rede nacional de comunicação como um excelente exemplo de projeto interdisciplinar que deu certo e está divulgado no site da TV escola. Os alunos mostraram-se protagonistas, atores e autores dos estudos e ações realizadas na escola e fora dela.

Assume-se, neste trabalho, que falar em desenvolver projetos em sala de aula é falar da adoção de uma nova postura por parte do professor, a qual implica mudança, que, por sua vez, reflete em toda a Instituição Escolar, nos atores envolvidos, na comunidade de modo geral. Hernández (1998, p. 79) segue esta linha de pensamento, sinalizando que quando “falamos de projetos de trabalho, mais nos interessa o ensino para a compreensão e a mudança da Escola”.

O educador precisa exercer a postura de intermediador para envolver o educando nas atividades escolares e promover ações de articulação do conhecimento cotidiano com o conhecimento científico. As congruências dos diferentes tipos de conhecimento e as transgressões possibilitam mudanças no estudante para atuação ativa deste no processo de construção do seu próprio conhecimento. Uma das propostas de promover tal articulação é por meio de projetos escolares.

Assim, o projeto contribui para que os estudantes participem e envolvam-se em seu próprio processo de aprendizagem (aprender a aprender), tornando o ensino mais dinâmico, mais ativo, na perspectiva de torná-los críticos, criativos e inovadores, aptos a resolver situações-problema e situações inusitadas em suas vidas.

Historiando brevemente sobre a inserção dos projetos na prática educativa, encontramos em Cavalcante (2002) alguns pontos pertinentes ao abordar que:

Os projetos enquanto método de trabalho didático tem suas raízes no contexto do Movimento da Escola Nova e sua autoria dividida entre John Dewey e William Heard Kilpatrick (Di George, 1996, p.37), que idealizaram uma forma concreta de ensinar a partir das concepções que tinham de educação. A Escola Nova foi um movimento de crítica à abordagem tradicional do ensino. Na sua forma de conceber, a educação precisava ser repensada... centrando-se nos ideais de democracia e integração harmoniosa e tolerante do indivíduo à sociedade, que defendiam o desenvolvimento das potencialidades individuais da criança – agora centro de toda a ação educativa - na intenção de formar um ser humano capaz de se integrar ao seu grupo social (CAVALCANTE, 2002, p. 28).

Dessa forma, objetiva-se que os jovens possam perceber as inter-relações entre o conhecimento escolar, as experiências peculiares e a influência dos avanços da ciência em seu contexto amplo, no modo de vida e nas necessidades das pessoas, vinculado à realidade social-histórica, econômica e cultural como um processo da construção humana.

A noção de “trabalho” provém de Dewey e Freinet e de sua ideia de conectar a Escola com o mundo fora dela (HERNANDEZ, 1998). Nesse sentido, a ideia dos projetos escolares é defendida neste trabalho, por possibilitar a integração de temas geradores no estudo de diferentes disciplinas. Corroborando com Freire (2004), o estudo a partir de temas congruentes permite ao aluno uma melhor compreensão no caminho da descoberta, de forma que o mesmo venha perceber as interfaces desses temas, partindo-se sempre de uma problematização mediada pelo educador sobre situações-problema e estudo da realidade.

Para Paulino Filho, Nuñez e Ramalho (2004), os temas geradores têm como princípios básicos: apresentar uma visão de totalidade e abrangência da realidade; levar à superação do conhecimento do senso comum; propor a adoção do diálogo como sua essência; exigir do professor uma postura crítica e problematizadora; e assumir em todos a participação e discussão.

Discutindo sobre as visões do sentido do saber escolar, destacando a importância da compreensão da realidade, Hernandez salienta que:

Os projetos de trabalho e a visão educativa à qual se vinculam convidam a repensar a natureza da Escola e do trabalho escolar, pois requerem uma organização da classe mais complexa, uma maior compreensão das matérias e dos temas em que os alunos trabalham, o que faz com que o docente atue mais como guia do que como autoridade. Considerados dessa maneira, os projetos podem contribuir para favorecer, nos estudantes, a aquisição de capacidades relacionadas com: a autodireção; a inventiva; a formulação e resolução de problemas; a integração; a tomada de decisões e a comunicação interpessoal (HERNANDEZ, 1998, p. 73).

Para Neves e Silva (2005), pode-se entender que essa proposta surge em resposta à forma tradicional de ensinar. Significa que o ensino por projetos é uma forma de organizar o trabalho escolar, levando os alunos à busca do conhecimento. O ensino e a aprendizagem organizados por atividades podem levar os alunos a fazerem relações, tanto entre os conteúdos da mesma área como de distintas áreas de conhecimento.

Trabalhar com projetos na organização das atividades escolares envolve uma intencionalidade por parte do educador. Estes, por sua vez, podem ser disciplinares ou interdisciplinares. Muitas vezes, há uma influência, seja pelo discurso utilizado na escola, seja pela apropriação destes a partir dos documentos legais, de que os projetos devem ser interdisciplinares. O que se defende neste trabalho é a importância da organização das atividades utilizando este recurso, sem que obrigatoriamente deva seguir o diálogo com outras áreas do conhecimento. Um projeto disciplinar pode partir de uma problematização na sala de aula, seja um problema, seja um tema que requer uma investigação, e promover uma participação ativa do alunado no processo de aprendizagem. No entanto, a sugestão dos projetos interdisciplinares está explícita nos documentos legais citados nesta pesquisa como forma de promover o diálogo entre diferentes áreas de conhecimento, ampliando a possibilidade do aluno de estabelecer relações e de obter uma melhor compreensão dos conteúdos. Ressalta-se que, desde o início do processo de desenvolvimento de projetos didáticos, seja disciplinar ou interdisciplinar, é necessário que haja o envolvimento dos estudantes de forma a se sentirem responsáveis pelos objetivos a serem alcançados. Para Ivani Fazenda,

Na interdisciplinaridade, ter-se-ia uma relação de reciprocidade, de mutualidade, ou melhor dizendo, um regime de co-propriedade que iria possibilitar o *diálogo* entre os interessados. Neste sentido, pode-se dizer que a interdisciplinaridade depende basicamente de uma atitude. Nela a colaboração entre as diversas disciplinas conduz a uma “interação”, a uma intersubjetividade como única possibilidade de efetivação de um trabalho interdisciplinar (FAZENDA, 2002, p.39).

Quer dizer, dependendo da necessidade dos estudantes e do contexto escolar, um projeto pode ser interdisciplinar, desde que possa cumprir com a proposta de diálogo e não “monólogo” promovido pelo professor da área do conhecimento que planeja o projeto juntamente com os alunos. Como se explica um projeto que não parte de um problema, de uma curiosidade, de algo a se pesquisar? É necessário envolver os alunos desde o início da discussão do problema. O planejamento e a organização de projetos feitos pelo professor de modo isolado levam a um diálogo superficial, uma vez que um projeto de pesquisa se caracteriza pela investigação.

Destaca-se, ainda, que a organização de projetos escolares envolve uma sequência de etapas e procedimentos que permitirão o alcance dos objetivos a serem atingidos, e até atividades desenvolvidas pelos grupos de trabalho. Segundo Martins,

Como se trata de um processo investigativo, na prática o projeto parte sempre de um assunto temático, se constitui numa forma diferente de conseguir a melhoria da aprendizagem, por meio dos seguintes elementos: o que será pesquisado? Por que pesquisar? Para que pesquisar? Como pesquisar? Que resultados esperar? (MARTINS, 2001, p.66)

Para este autor, o projeto de trabalho ou projeto escolar é um instrumento didático que o professor realiza em três etapas, como: (a) a preparação e o planejamento do trabalho; (b) a execução ou implementação do projeto; e (c) a análise dos resultados e as deduções conclusivas.

O que dizem os documentos legais?

Analisando-se os documentos legais do MEC, percebe-se que os projetos aparecem sugeridos como uma das estratégias didáticas voltadas para o favorecimento da aprendizagem dos educandos. A LDBEN, Lei nº 9.394/96, Art. 35, Seção IV, que trata das diretrizes para o currículo do Ensino Médio, traz no Inciso II que “adotará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes” (BRASIL, 1996, p.29). Apesar de não fazer referência diretamente a projetos escolares, a referida lei sugere metodologias que estimulem a iniciativa dos alunos, colocando-os numa posição ativa no seu processo de aprendizagem, e o desenvolvimento de projetos na sala de aula é uma estratégia que tem essa característica.

Outros documentos do MEC sugerem diferentes metodologias como estratégias para a ação docente, dentre elas os projetos de trabalho ou projetos escolares. Os PCNEM (BRASIL, 2002a) abordam a organização curricular, sinalizando que as estratégias devem responder aos desafios propostos para este nível de ensino. Estes documentos apontam a necessidade de:

[...] estimular todos os procedimentos e atividades que permitam ao aluno reconstruir ou “reinventar” o conhecimento didaticamente transposto para a sala de aula, entre eles a experimentação, **a execução de projetos**, o protagonismo em situações sociais. (BRASIL, 2002a, p.87, grifo nosso)

Documentos de orientação do trabalho pedagógico para o Ensino Médio sugerem a organização do ensino por meio de temas estruturadores, ideia que se coaduna com a orientação do uso de projetos escolares em sala de aula. Tal sinalização é expressa em documentos legais do MEC, afirmando que:

Cada disciplina ou área de saber abrange um conjunto de conhecimentos que não se restringem a tópicos ou a competências gerais e habilidades, mas constituem-se em sínteses de ambas as intenções formativas. Ao se apresentarem dessa forma, esses **temas estruturadores** do ensino disciplinar não mais se restringem, de fato, ao que tradicionalmente se atribui como responsabilidade de uma única disciplina. Incorporam metas educacionais comuns às várias disciplinas da área e das demais, e, também, por isso tais modificações de conteúdo implicam modificações em procedimentos e métodos, que já sinalizam na direção de uma nova atitude da escola e do professor. (BRASIL, 2002b, p.13, grifo nosso)

A perspectiva desta proposta era de sinalizar a necessidade do rompimento com o modelo ‘solitário’ de prática pedagógica, sugerindo uma proposta interdisciplinar e contextualizada. Os documentos oficiais reforçam que a intenção da articulação entre as áreas de conhecimento precisa estar sinalizada no projeto político-pedagógico da escola, envolvendo tratamentos didático-metodológicos que possibilitem o aprendizado e o desenvolvimento de competências e habilidades dos estudantes. Para esta articulação, esses documentos sugerem claramente a utilização de projetos interdisciplinares, enfatizando que “essa integração de metas formativas exige, para sua realização, **projetos interdisciplinares**, concentrados em determinados períodos, nos quais diferentes disciplinas tratem ao mesmo tempo de temas afins” (BRASIL, 2002b, p.16) [grifo nosso]. Sinaliza-se, portanto, para o professor desenvolver uma prática pedagógica que possibi-

lite aos estudantes uma inter-relação entre duas ou mais disciplinas ou áreas de conhecimento e, os projetos escolares aparecem neste documento, como uma estratégia didática que favorece tal diálogo. Nesse sentido, o MEC dá indicações para a Construção de um Projeto Curricular Interdisciplinar, salientando que:

Algumas abordagens metodológicas podem conferir ao currículo uma perspectiva de totalidade, respeitando-se as especificidades epistemológicas das áreas de conhecimento e das disciplinas. Propomos a organização dos planos de estudo de forma interdisciplinar. (BRASIL, 2008, p. 1)

Em contraposição ao que vem sendo desenvolvido tradicionalmente nas escolas brasileiras, o que está sendo proposto é uma mudança de postura do docente e a adoção de novas práticas que permitam a participação ativa do educando no seu processo de construção do conhecimento. Assim, procura-se apresentar diferentes formas e estratégias de ensino, dentre elas o trabalho com projetos, uma vez que:

em um projeto pedagógico, mesmo que a ideia inicial seja do professor, é muito importante a participação dos alunos na definição dos temas e na elaboração de protocolos para o desenvolvimento das atividades. Todas as etapas devem ser discutidas, com a delimitação clara do papel de cada um. Essa participação cria um comprometimento e uma responsabilidade compartilhada quanto à execução e ao sucesso do projeto (BRASIL, 2002b, p.53).

Após a publicação dos PCN+, muitas destas discussões marcaram o contexto educativo. Vieram reuniões, palestras, publicações, entre outros, que procuravam refletir sobre tais documentos, surgindo, então, o documento intitulado *PCNs em debate* (que atualmente já não estão mais disponibilizados na página do Ministério da Educação). Entre as discussões apresentadas nestes relatos, encontra-se a problemática da existência de um currículo implícito na escola, em geral, proveniente dos livros didáticos e da hegemonia das disciplinas científicas. Era importante que os docentes tivessem orientações mais explícitas sobre a organização do trabalho na escola, o que incluía desde os conteúdos curriculares até as estratégias de ensino.

A partir dessas discussões, é lançado um novo documento, intitulado de Orientações Curriculares para o Ensino Médio – OCEM (BRASIL, 2006) – o qual também sugeria como estratégia de ensino e organização dos conteúdos a utilização de ‘projetos escolares’. Um exemplo é no capítulo referente à área do conhecimento específico da Matemática, em que a sugestão para se trabalhar com projetos escolares aparece explicitamente recomendada:

Um projeto pode favorecer a criação de estratégias de organização dos conhecimentos escolares ao integrar os diferentes saberes disciplinares. Ele pode iniciar a partir de um problema bem particular ou de algo mais geral, de uma temática ou de conjunto de questões inter-relacionadas. Mas, antes de tudo, deve ter como prioridade o estudo de um tema que seja do interesse dos alunos, de forma que se promova a interação social e a reflexão sobre problemas que fazem parte da sua realidade (BRASIL, 2006, p. 85, grifo nosso).

Estes argumentos apoiam nosso trabalho no sentido de que os projetos escolares constituem uma referência para a atividade docente. Assim, emerge a hipótese de que a utilização desta estratégia ainda causa inquietação nos professores, seja por desconhecimento dos elementos de organização didático-pedagógica no trabalho por projetos, seja por exigência implícita das instituições escolares de que sejam trabalhados projetos disciplinares e/ou interdisciplinares em sala de aula, porém, na maioria das vezes, sem oferecer as condições necessárias para o desenvolvimento destes.

PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Neste item, explicita-se como a pesquisa foi desenvolvida, destacando a relação das três etapas realizadas com cada questão de estudo. No percurso metodológico, foram utilizados questionários na primeira etapa da pesquisa, com perguntas abertas e fechadas para o levantamento das opiniões dos professores, no intuito de subsidiar o planejamento da segunda etapa. Esta foi composta de encontro com os professores realizado na escola, momento em que foi realizada uma entrevista coletiva com todo o grupo participante. Participaram da primeira etapa 10 professores e da segunda etapa 17 professores - Entrevista Coletiva. Na terceira etapa foi realizada uma entrevista

individual e também a análise de projetos já desenvolvidos anteriormente no colégio pela professora entrevistada e por outros professores.

O contexto empírico

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola da rede privada da cidade de Natal. Esta instituição atua desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. A escola tem, em média, setecentos e cinquenta alunos matriculados no nível do Ensino Médio. Oferece uma carga horária ampliada para este nível de ensino, comparando-se ao currículo mínimo recomendado pela LDBEN. A Escola explicita em seu Projeto Político-Pedagógico a busca pela formação integral do educando, definindo quatro dimensões trabalhadas na proposta pedagógica, sendo elas a dimensão religiosa, acadêmica, cultural e esportiva.

Inicialmente apresentamos a proposta da pesquisa para o grupo de professores do Ensino Médio, sinalizando que a participação seria voluntária. Do corpo docente que atua na 3ª série, apenas dois professores participaram. Os demais professores que participaram da pesquisa atuam na 1ª e 2ª série, no entanto, em outras instituições alguns deles também atuam na 3ª série.

Com relação à organização do trabalho pedagógico, no início do ano letivo a escola reserva três ou quatro dias à Semana Pedagógica para todos os professores. Nesta reunião, são realizados os planejamentos anuais por área disciplinar e por série, assim como é incentivado pela equipe pedagógica e direção da instituição que sejam realizados os planejamentos iniciais de projetos escolares, geralmente partindo-se de um tema gerador. No entanto, nesse momento, ainda sem contar com a participação dos alunos, pois as aulas se iniciam posteriormente. Durante o ano letivo, as reuniões pedagógicas acontecem mensalmente, aos sábados.

Os participantes da pesquisa

O foco da investigação foi a etapa final da educação básica, o Ensino Médio, particularmente as 1ª e 2ª séries, embora tenha contado com a participação de alguns professores que atuam também na 3ª série. Para a caracterização dos participantes, foi elaborado como instrumento um questionário com perguntas fechadas e abertas, com pontos que abordavam: o tempo de serviço; a formação acadêmica;

a atuação em outras instituições escolares; a carga horária semanal de trabalho; a disciplina lecionada e a série. O objetivo era verificar o perfil deste profissional com relação ao escopo da pesquisa e a disponibilidade de horário para o planejamento das atividades propostas pela instituição escolar no que se refere aos projetos escolares. Intencionava-se identificar elementos relacionados com o tempo de serviço e as propostas e discussões a serem desenvolvidas sobre o tema objeto de estudo durante as etapas da pesquisa.

No quadro 1, a seguir, são apresentados os dados da série e disciplina em que cada professor atua.

Quadro 1: Caracterização dos professores em relação à disciplina, série e etapa da pesquisa

nº	Professor	Disciplina que leciona	Série de atuação	Participação na pesquisa
1	A	Química	1ª	1ª, 2ª e 3ª etapas
2	B	Matemática	3ª	1ª etapa
3	C	Biologia	2ª	1ª etapa
4	D	Física	1ª	1ª e 2ª etapas
5	E	Biologia	2ª	1ª e 2ª etapas
6	F	Biologia	1ª	1ª etapa
7	G	Inglês-Espanhol	2ª	1ª e 2ª etapas
8	H	Geografia	2ª	1ª e 2ª etapas
9	I	Português-Literatura	2ª	1ª e 2ª etapas
10	J	Português	1ª	1ª e 2ª etapas
11	L	Literatura	1ª e 3ª	2ª etapa
12	M	História	2ª	2ª etapa
13	N	Literatura	2ª	2ª etapa
14	O	Física	1ª e 2ª	2ª etapa
15	P	Matemática	2ª e 3ª	2ª etapa
16	Q	Química	2ª	2ª etapa
17	R	Física	2ª	2ª etapa
18	S	Inglês	1ª e 2ª	2ª etapa
19	T	Química	2ª	2ª etapa
20	U	Química	1ª	2ª etapa

Com relação ao tempo de serviço, dois professores já atuavam entre 1 a 10 anos em sala de aula, três professores entre 11 a 20 anos e cinco com mais de 21 anos de serviço. Foi observado na pesquisa

que o tempo de serviço não influencia diretamente na opção de aderir ou não ao trabalho com projetos. Pode-se fazer uma inferência que esta opção se dá muito mais por uma decisão e comprometimento pessoal do educador.

Sobre a formação acadêmica, todos os professores possuem licenciatura na área específica em que atuavam, sendo que três deles possuíam especialização (professores A, D e H). Destes professores, 7 trabalhavam em outra escola.

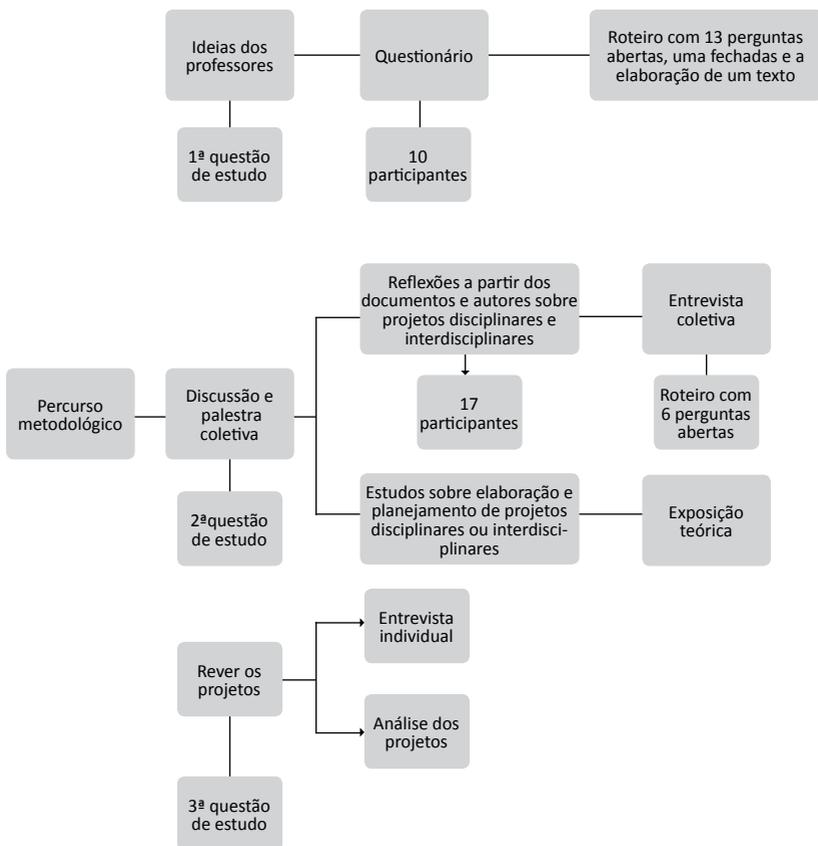
Com relação à carga horária semanal, três professores trabalhavam na faixa de 10 a 20 horas/aula, quatro professores entre 21 a 40 horas/aulas, um com quase 60 horas/aula e dois professores trabalhavam acima de 60 horas/aulas semanais.

Apesar da pesquisa ter sido direcionada inicialmente para o grupo de docentes que lecionavam disciplinas da área de Ciências Naturais e Matemática, ao serem divulgadas as atividades da pesquisa, a maior parte do grupo solicitou permissão para participar, já que a proposta remetia a questões de interesse pessoal como professor, no que diz respeito ao estudo das diferentes concepções de interdisciplinaridade e elaboração de projetos.

O esquema do percurso metodológico

O percurso metodológico da pesquisa foi organizado utilizando-se instrumentos de investigação para cada questão de estudo. Como já apresentado anteriormente, objetivava-se identificar elementos que pudessem contribuir com a prática dos professores no seio da instituição em que foi desenvolvida a pesquisa, no que se refere às opiniões sobre o uso da estratégia de ensino por meio de projetos escolares.

No esquema 1, a seguir, é apresentado o caminho traçado para atender a cada questão de estudo, já mencionada anteriormente:



No quadro a seguir é apresentado o roteiro com as perguntas para responder aos objetivos/questões de estudo desta pesquisa. No entanto, salientamos que os instrumentos utilizados em todas as etapas da pesquisa como questionários, elaboração de textos, entrevista coletiva e entrevista individual e relatos, continham perguntas das três questões de estudo.

Quadro 3: Relação entre as Questões de estudo, perguntas e instrumentos

QUESTÕES DE ESTUDO	PERGUNTAS	INSTRUMENTO
a) Conhecer as ideias/opiniões dos professores de Ciências da Natureza e da Matemática sobre planejamento, desenvolvimento e avaliação de projetos, tanto disciplinares como interdisciplinares.	Pergunta 1(a e b)	Questionário-parte 2
	Perguntas 1, 2, 3 e 5	Questionário-parte 3
	Pergunta 1, 3 e 4	Entrevista coletiva
b) Identificar as principais dificuldades destes professores sobre o trabalho com projetos na escola.	Pergunta 4	Questionário-parte 3
	Perguntas 2 e 3	Entrevista coletiva
	Pergunta g	Entrevista individual
c) Identificar as principais dificuldades sobre o trabalho com projetos na escola. Rever projetos desenvolvidos na escola após o desenvolvimento da oficina, retomando os aspectos identificados como pontos frágeis.	Perguntas a,b, g e h:	Entrevista individual
	Planejamentos da professora A.	Análise de projetos desenvolvidos e o novo Planejamento

Para o tratamento dos dados foi utilizada a opção metodológica de análise de conteúdo, discutindo-se à luz do referencial teórico traçado para esta pesquisa. Essa opção se deu pela mesma ser considerada a mais adequada para a análise das respostas às questões abertas presentes no questionário, primeiro instrumento utilizado na pesquisa. Para Bardin (1977), a análise de conteúdo constitui uma ferramenta que:

[...] pode ser considerada como um conjunto de técnicas de análises de comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição de conteúdos das mensagens... A intenção da análise de conteúdos é a *inferência* de conhecimentos relativos às condições de produção e de recepção das mensagens, inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos, ou não). (FRANCO, 2003, p.20 apud BARDIN, 1977).

As respostas dos questionários foram organizadas em tabelas e categorizadas. A análise das categorias, que emergiram tanto dos questionários como da entrevista coletiva, foram cruzadas a fim de

inferir sobre o sentido dado pelos participantes às questões de estudo. A seguir detalharemos cada etapa da pesquisa.

As opiniões dos professores: primeira aproximação

Para contemplar a primeira questão de estudo, foram elaborados questionários com questões fechadas e abertas. Este instrumento foi escolhido por possibilitar um contato inicial com os professores de modo informal e uma aproximação da pesquisadora com o objeto de estudo.

Segundo Laville e Dionne (1999), o questionário é um instrumento privilegiado de sondagem para interrogar uma amostra de uma população, seguindo-se a estratégia da pesquisa de opinião. Segundo as autoras, “para interrogar os indivíduos que compõem a amostra, a abordagem mais usual consiste em preparar uma série de perguntas sobre o tema visado, perguntas escolhidas em função das hipóteses” (LAVILLE; DIONNE, 1999, p. 183). Essa amostra deve ser constituída com os cuidados requeridos para assegurar sua representatividade.

Existem diferentes tipos de questionários, que são escolhidos de acordo com o objetivo do pesquisador, podendo-se usar questionários com perguntas *fechadas* ou *abertas*. No primeiro, as respostas são direcionadas para que o interrogado aponte uma das alternativas ou marcar a opção de escala, nível de satisfação ou se concordam ou discordam com o que foi questionado, de forma que se aproxime ao máximo da sua opinião.

Este tipo de questionário apresenta diversas vantagens, tais como: é econômico, pois tem a possibilidade de ser enviado pelo correio sem a presença do aplicador, a compilação dos dados é rápida, há garantia no anonimato do entrevistado, as respostas geralmente correspondem ao esperado, de acordo com os indicadores estabelecidos pelo pesquisador. Porém, esse tipo de questionário também apresenta desvantagens ou inconveniências. Muitas vezes o interrogado simplesmente não responde ou se vê forçado a marcar uma alternativa que não corresponde à sua opinião simplesmente por não concordar com nenhuma opção de resposta.

No questionário de perguntas abertas, a composição é feita com questões cuja formulação e ordem são uniformizadas, mas de-

saparece a imposição para a escolha de uma opção de resposta. Nele, segundo as autoras LAVILLE e DIONNE,

[...] o interrogado acha simplesmente um espaço para emitir a sua opinião. Tem, assim, a ocasião para exprimir seu pensamento pessoal, traduzi-lo com suas próprias palavras, conforme seu próprio sistema de referências. Tal instrumento mostra-se precioso quando o leque das respostas possíveis é amplo e então imprevisível, mal conhecido (LAVILLE; DIONNE, 1999, p.186).

Assim, apesar das limitações, o questionário tem a vantagem da rapidez na coleta de informações. Este foi um dos motivos da escolha do questionário aberto como um dos instrumentos para a coleta de dados desta pesquisa.

Para validar o questionário elaborado para o levantamento das informações desta pesquisa, foram utilizadas discussões no grupo de estudo vinculado à linha de pesquisa “Ensino e aprendizagem de Ciências Naturais e da Matemática”, do PPGECONM, e posterior reelaboração das perguntas para melhor atender às questões de estudo, além das discussões durante os seminários de Orientação de Dissertação para apresentação do projeto de pesquisa.

Para alguns autores, a construção de categorias é o ponto principal da análise de conteúdos. Como afirma Franco (2003, p.51), “a categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação seguida de um reagrupamento baseado em analogias, a partir de critérios definidos”. Para explicitar esses critérios, Franco (2003, apud BARDIN, 1977), afirma que “o critério de categorização pode ser semântico (categoria temática): por exemplo, todos os temas que significam ansiedade ficam agrupados na categoria ‘ansiedade’, enquanto que os que significam a descontração ficam agrupadas sob o título conceitual ‘descontração’”.

Além disso, o critério de categorização pode ser *sintático*, sendo agrupado por verbos ou adjetivos, *léxico* de acordo com o sentido das palavras ou sinônimos, ou *expressivo* levando em consideração as perturbações da linguagem. Nesta pesquisa, optou-se por agrupar as respostas em categorias temáticas.

Baseado nestes argumentos, nesta pesquisa, o questionário foi organizado em quatro partes, sendo a primeira com dados gerais para

coleta de informações sobre os sujeitos da pesquisa para o levantamento do perfil e a segunda parte com perguntas para coleta das ideias prévias dos professores sobre os termos “projetos na escola” e “interdisciplinaridade”. A terceira parte contemplou cinco perguntas abertas, organizadas por temáticas, objetivando o levantamento das opiniões dos professores sobre a elaboração de projetos interdisciplinares, planejamento de atividades e suas etapas de desenvolvimento, bem como sobre o relato de experiências de projetos desenvolvidos pelos mesmos. A quarta solicitava que o professor elaborasse um pequeno texto sobre “projetos na escola e interdisciplinaridade”, com o objetivo de possibilitar esclarecimentos sobre as opiniões expressas pelos professores nas perguntas anteriores do questionário.

É importante salientar que a análise das repostas foi feita a partir de uma inferência dos relatos dos professores, que foi explicitado por eles, da qual emergiram categorias chaves.

As respostas dos professores na primeira etapa da pesquisa serviram para subsidiar o planejamento do encontro com os participantes na 2ª questão de estudo, sendo que dez professores (A ao J) responderam ao questionário.

Com relação à organização e planejamento de um projeto na escola, seis professores (A, D, E, G, I, J) sinalizaram para a seleção de um tema, sendo que apenas um docente (professor “I”) se referiu a uma temática relativa a uma área específica do conhecimento (disciplinar) e outro (professor “H”) a uma temática que relacionasse diferentes áreas do conhecimento. Três professores (J, F, C) ressaltaram que o tema deveria partir das opiniões e/ou necessidades dos estudantes. Dois (C e G) citaram o cronograma e o professor “C” sobre a avaliação. Cinco professores (A, B, C, D, E) citaram a exposição/divulgação/apresentação do projeto a fim de buscar apoio na participação do mesmo.

Sobre o planejamento, desenvolvimento e avaliação de um projeto desenvolvido por eles, nove professores escreveram suas experiências, sendo que dois (A e C) citaram um mesmo projeto. Três (A, C e H) abordaram temáticas de conscientização ambiental com viagem de campo e elaboração de material de divulgação como cartazes, folhetos, relatórios etc. O professor “E” citou um exemplo de projeto disciplinar de elaboração de estufas. O professor “D” relatou um projeto envolvendo Educação Física, Matemática e Física, no qual

os alunos coletavam dados e os organizavam em tabelas e gráficos. A professora “F” escreveu sobre um trabalho de observação dos hábitos alimentares dos estudantes na escola durante o lanche, com elaboração de folhetos informativos.

No entanto, apesar de alguns professores responderem que fariam a exposição da problemática ou das ideias dos temas como sendo o primeiro passo do planejamento ou a forma de convencer as pessoas a participarem dos projetos, eles não deixaram claro se fariam essa exposição para os colegas professores ou para os alunos. Quando uns falam que se reuniriam com professores ou com os alunos, não explicam claramente se o fariam para planejarem juntos e tomarem decisões em conjunto ou apenas para exporem as suas ideias. Dentre as respostas, percebe-se, também, que alguns professores confundem o planejamento de projetos com o planejamento de aula de campo, não reconhecendo que esta pode ser considerada como uma das atividades de um projeto de pesquisa que demandaria a realização de outras etapas, tanto antes da realização da aula de campo, como depois. Contraditoriamente a essas respostas, um dos elementos do planejamento que foi fortemente apresentado foi que em todo projeto é preciso se definir objetivos e metas.

Com relação ao sentido atribuído ao termo “interdisciplinaridade” e de um exemplo que envolvesse sua prática docente, observamos que três professores (A, D, J) citaram um exemplo como uma forma de relacionar duas ou mais disciplinas. A professora “A” citou a Química Ambiental tendo como recurso um livro paradidático, propondo relacionar com conteúdos disciplinares de diferentes disciplinas. O professor “D” afirmou que chegou a abordar conteúdos disciplinares de Matemática e Física em atividades esportivas como corrida e jogos. A professora “J” citou um projeto que envolveu literatura, elaboração de textos (língua portuguesa) e dramatização (artes cênicas).

Os termos mais citados sobre “Projetos na escola” foram organizados e categorizados, ficando evidenciadas as seguintes categorias: planejamento, estratégia (investigação, pesquisa), etapas de um planejamento, aspectos relacionados à aprendizagem, atitudes, integração e interação, dentre outros termos.

Dos termos mais citados sobre “Interdisciplinaridade” emergiram as seguintes categorias: correlação com outras disciplinas; meto-

dologia; integração; conhecimento; reunião; multidisciplinaridade e transdisciplinaridade.

Estas categorias coadunam-se com as respostas do questionário ao afirmarem que interdisciplinaridade seria a integração entre várias disciplinas, termo que foi mais evidenciado quando foi solicitado que os professores apresentassem uma definição para o termo ‘interdisciplinaridade’ e que citassem um exemplo envolvendo a sua prática em sala de aula. Dentre as respostas a essa pergunta, percebe-se ainda: dificuldade para conceituar interdisciplinaridade; a ideia de um conjunto de disciplinas ou de envolver outros conhecimentos e até mesmo ideia de que seja um mecanismo para que o professor deixe de dar a visão única para ampliar.

Como já sinalizado, algumas perguntas do questionário subsidiavam a 2ª questão de estudo da pesquisa, relativa às dificuldades para trabalhar com projetos na escola. Assim, quando indagados, resalta-se que os elementos mais citados foram o “tempo” (professores A, C, D, E, F, G, I), a não participação dos estudantes, vinculada ao desinteresse/motivação de alguns professores (professores A, D, F, G, I, J), além da dificuldade em avaliar.

Quanto às opiniões dos professores acerca das dificuldades para trabalhar com os projetos na escola, na categorização surgiram como principais pontos: falta de tempo, indicada por sete professores; seguida da falta de motivação; a avaliação; o desinteresse e a dispersão dos alunos; a falta de preparação dos alunos; e a burocracia para visita de campo.

Estas opiniões são reforçadas na medida em que os professores opinaram sobre os pontos negativos do trabalho com projetos, conforme o seguinte resultado da categorização dos dados: resistência dos alunos; tempo; avaliar; falta de compromisso dos alunos; e alunos relutam a participar. Com relação aos pontos positivos, os professores apontaram o seguinte: desenvolve habilidades; desenvolve criatividade, inovação e participação; integra alunos; aprendizagem ativa; maior interesse; envolve alunos e professores; dá prazer; os alunos aprendem; maior integração; trabalho em equipe e desenvolvimento de conhecimentos; melhora relações sociais.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme sinalizados anteriormente, na fase de análise dos resultados, as respostas dos professores aos instrumentos utilizados na pesquisa foram organizadas em tabelas e categorizadas. Pode-se observar, a partir das categorias apresentadas acima, que a maioria dos professores destaca a falta de tempo como a principal dificuldade para o desenvolvimento do trabalho com projetos em sala de aula. Três professores citaram a resistência dos estudantes em quererem participar das atividades, dois professores citaram a “avaliação” e um professor destacou a burocracia dos órgãos para autorização de visitas a locais e empresas. Dentre os pontos negativos, destaca-se a falta de tempo, a resistência de alunos e alguns professores e a dificuldade para avaliar. Destaca-se a resposta de um professor, reforçando a dificuldade em avaliar os projetos desenvolvidos pelos alunos, apontando a necessidade de elaborar avaliações sobre o assunto.

Analisando-se essas respostas, percebe-se que os professores, apesar de sentirem dificuldades em desenvolver projetos com os seus alunos, valorizam as atividades quando conseguem realizá-las, de forma a favorecer a aprendizagem dos mesmos, uma vez que o trabalho privilegia a pesquisa e o aprofundamento dos temas em estudo.

Dificuldades dos professores sobre projetos escolares

Para atender à segunda questão de estudo, foi realizada uma oficina com o grupo de professores, com o objetivo de promover uma discussão aberta sobre projetos na escola e interdisciplinaridade. Ao ser divulgado o convite para o grupo de professores de Ciências da Natureza e da Matemática para participar desse encontro, professores das outras disciplinas se interessaram, incluindo dois que atuam na 3ª série. Participaram 17 professores do Ensino Médio, envolvendo disciplinas de Química, Biologia, Física e Matemática, além de professores de outras disciplinas. Contou-se, também, com a presença da orientadora deste estudo e de duas pesquisadoras em Ensino de Ciências e Matemática da UFRN.

Partiu-se da ideia de que tal encontro constituiria um momento interessante para contribuir com uma aproximação dos professores com relação às perspectivas teóricas que sustentam esta estratégia de organização das atividades de ensino.

Este encontro ocorreu na própria escola (contexto empírico desta pesquisa), e tratou-se de uma discussão dialogada, norteadas não somente pelo referencial teórico, mas, também, pelas categorias que emergiram a partir das respostas dos questionários. O encontro com os professores durou 4 horas, iniciando com uma apresentação da evolução dos documentos legais, depois uma explanação oral das Orientações Curriculares para o Ensino Médio, enfatizando-se a defesa da adoção de projetos interdisciplinares na prática pedagógica.

Em seguida, foram apresentadas diferentes perspectivas sobre o termo interdisciplinaridade à luz do referencial teórico, conforme quadro 3. Durante esta apresentação, foi realizada uma entrevista coletiva semiestruturada. Essa entrevista coletiva foi considerada mais adequada para esta etapa, numa perspectiva de grupo colaborativo, devido ao número elevado de professores presentes na ocasião, por ser pouca a disponibilidade de horário dos mesmos, constituindo-se de uma das dificuldades encontradas em reunir o grupo de estudo, o que não permitia uma entrevista individual.

Este instrumento de pesquisa tinha como objetivo completar e esclarecer informações provenientes do questionário aplicado na 1ª etapa, relativo, principalmente, às dificuldades apontadas pelos professores para trabalhar projetos na escola. Nesse momento, a entrevista foi filmada, com a autorização do grupo. Em seguida, as falas dos professores foram transcritas para a posterior fase de análise dos resultados.

Durante o encontro, foi realizada uma discussão dialogada sobre o trabalho com projetos escolares, compreendidos como uma importante estratégia didático-pedagógica para organização de conteúdos na aprendizagem dos estudantes e os diferentes sentidos dados para o termo interdisciplinaridade, segundo alguns autores citados no referencial teórico desta pesquisa.

Assim, é importante salientarmos alguns pontos apresentados que nortearam a discussão dialogada com os professores. Sobre a questão dos projetos, foram adotados como referencial os próprios documentos legais e os autores já sinalizados nesta dissertação. Sobre os diferentes sentidos relativos à interdisciplinaridade foram levadas em conta as ideias iniciais dos professores, confrontando-se com as ideias de Fazenda (2002), afirmando que não há uma única definição para o termo. Este apresenta, em seus estudos, um histórico das di-

ferentes concepções teóricas para explicar a dinâmica interdisciplinar em seu funcionamento. Assim, a autora ressalta que a interdisciplinaridade vem sendo discutida há muito tempo, tendo ocorrido o ápice dessas discussões em Nice, no ano de 1970, durante um seminário internacional da OCDE - Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico. Neste evento, as discussões centravam-se no campo da pesquisa e da inovação do ensino, reunindo pesquisadores em torno do objetivo de “tornar claros os conceitos de pluri, inter e transdisciplinaridade à luz de reflexões epistemológicas” (FAZENDA, 2002). Entre eles, podemos citar Jean Piaget, H. Heckhausen, M. Boisot, E. Jantsch e A. Lichnerowicz.

Em seus estudos, Fazenda apresenta um quadro que mostra a relação descrita por Hilton Japiassú, correspondente às diferentes terminologias empregadas por quatro grandes estudiosos do assunto. São eles: Guy Michaud, H. Heckhausen, M. Boisot e E. Jantsch, conforme quadro abaixo:

Quadro 4: Correspondência terminológica descrita por Hilton Japiassú-OCDE

G.MICHAUD	H.HECKHAUSEN	M.BOISOT	E. JANTSCH
Disciplinaridade	Disciplinaridade	-----	Multidisciplinaridade
Multidisciplinaridade	Interdisciplinaridade Heterogênea Pseudointerdisciplinaridade	Interdisciplinaridade Restritiva	Pluridisciplinaridade
Interdisciplinaridade Linear; Interdisciplinaridade Cruzada Interdisciplinaridade Auxiliar Interdisciplinaridade Estrutural	Interdisciplinaridade Auxiliar Interdisciplinaridade Complementar Interdisciplinaridade Unificadora	Interdisciplinaridade Linear Interdisciplinaridade Estrutural	Disciplinaridade Cruzada; Interdisciplinaridade
Transdisciplinaridade	-----	-----	Transdisciplinaridade

Fazenda (2002) sinaliza para uma aproximação dos seus estudos em torno dos conceitos de pluri, multi, inter e transdisciplinaridade, demonstrando os aspectos relevantes a cada um deles. Para a autora, a Multi e a pluridisciplinaridade, apresentam um modo de

justaposição de conteúdos substanciais de disciplinas heterogêneas, proporcionando certa integração desses conteúdos, em uma mesma disciplina, sem evoluir o bastante, ocorrendo no máximo uma correlação entre métodos, teorias ou conhecimentos.

Quanto à interdisciplinaridade, ocorre uma relação de reciprocidade, de mutualidade. Nesse caso, pode haver um encadeamento de ideias que permita o “diálogo” entre as pessoas interessadas. Com isso, podemos destacar que a interdisciplinaridade fica a depender realmente da “atitude” dos envolvidos na problemática em questão. Tal envolvimento, a colaboração entre as diversas disciplinas podem proporcionar uma “interação” a uma intersubjetividade, possibilitando um trabalho interdisciplinar efetivo, ocasionando, assim, modificações e evitando concepções fragmentadas relacionadas ao conhecimento. A autora considera também que a transdisciplinaridade encontra-se em um patamar mais elevado mediante o exposto sobre os demais critérios desse assunto, já mencionados, ao tratar-se dos níveis multi, pluri e inter. Por fim, ressalta ainda que o real sentido da interdisciplinaridade trata-se de uma “questão de atitude”. (FAZENDA, 2002, p. 40).

Todos estes pontos foram apresentados neste encontro, sendo norteados constantemente por questionamentos, indagações e posicionamentos dos professores. Alguns reconheciam que desconheciam as teorizações sobre o termo interdisciplinaridade e que não sabiam que atitudes deveriam ter para vivenciá-la. Apesar disso, o interesse do grupo de professores foi de direcionar as discussões para como trabalhar os projetos interdisciplinares, já que não era o que estavam realizando. Portanto, o objetivo inicial de se realizar uma oficina para elaboração e/ou reelaboração de projetos foi redirecionado em virtude da demanda trazida pelo grupo, que demonstrou grande envolvimento no momento da entrevista coletiva que retomavam com outros questionamentos e dúvidas, principalmente aquelas relativas às dificuldades para trabalhar.

A Entrevista Coletiva e a discussão dialogada tiveram início partindo das questões que haviam sido sinalizadas nas respostas dos questionários: O que vocês entendem por projetos? Quais as dificuldades para planejar os projetos na escola? Sabemos que a falta de tempo é uma das dificuldades. Se tivessem tempo, vocês saberiam como planejar? Como seria esse planejamento? Em que fase do pro-

jeto ocorre o envolvimento dos alunos? Como deve ser esse envolvimento?

Destacamos que foi surpreendente a participação dos professores ao exporem suas angústias e o reconhecimento das limitações para desenvolverem projetos na escola. Tais limitações podem ser referenciadas pelos estudos de Ivani Fazenda (1989), que discutindo sobre as dificuldades comuns entre os que desenvolvem pesquisa em educação, apresenta várias lacunas frutos do processo educativo, como a falta do desenvolvimento da competência de escrever e falar dos estudantes, resultantes da “escola do silêncio”. A falta de estímulos para o desenvolvimento da autoria da escrita e da expressão oral aparece como agente ocasionador das diversas dificuldades apresentadas na ambiência das instituições escolares, repercutindo como uma herança negativa da fase escolar na vida dos estudantes que antecede a graduação e, por conseguinte, a pós-graduação. Para a autora,

Essa dificuldade em ler, interpretar e compreender advém de uma formação inadequada na escola de 1^o e 2^o graus. Considero a superação dessas dificuldades um dos atributos básicos para o exercício do pesquisar ao lado do aprimoramento do gosto por conhecer, a inquietude no buscar e o prazer pela perfeição. Quem não se propuser a desenvolvê-los dificilmente conseguirá terminar uma dissertação de mestrado. Outro conjunto de dificuldades comumente citado está na escolha do tema, no enunciado do problema e em seu encaminhamento. (FAZENDA, 1989, p.16).

Assim, entre as dificuldades, destacamos que os professores apontaram a falta de tempo; o excesso de carga horária nas escolas (já que muitos trabalham em mais de uma instituição); a falta de apoio da própria instituição e dos colegas para a realização das atividades do projeto e para a exposição dos resultados; a falta de reuniões voltadas para o planejamento de projetos e discussão das ideias e temas; a falta de conhecimento por parte dos professores com relação à elaboração de projetos, sejam disciplinares, sejam interdisciplinares; a falta de comprometimento dos professores e a falta de envolvimento dos alunos, como mostra a fala do Professor “D”: “uma dificuldade é a falta de disponibilidade de tempo da equipe para a discussão.”

O fator tempo para o planejamento em equipe, para se pensar sobre os temas a serem estudados, para a definição de tarefas e atividades foi retomado nas falas dos professores diversas vezes.

Os professores também sinalizaram a necessidade de se promoverem estudos, reflexões e oficinas práticas dentro da própria instituição. Alguns deles falaram que não acontecem reuniões regulares voltadas para se planejarem projetos a serem desenvolvidos na escola e que elas se restringem a um trabalho burocrático da escola. Fica claro na exposição desses professores, a necessidade de mudança na formatação das reuniões pedagógicas mensais, de forma que se priorize o tempo para o planejamento de projetos escolares por equipe de professores.

O excesso da carga horária trabalhada pelos professores foi também um consenso entre eles, afirmando que não era somente nesta escola, mas também em outras instituições.

Cabe destacar que durante a exposição dialogada, alguns professores mostraram-se inquietos ao entenderem que é possível organizar projetos disciplinares, e que não é errado ou proibido desenvolvê-los. Após a explanação dos documentos legais durante o encontro com os professores e a explicação das diferentes concepções de interdisciplinaridade à luz dos estudos de Ivani Fazenda, alguns professores reconheceram que possuíam um entendimento equivocado sobre projeto interdisciplinar, conforme expressa a fala do Professor "P": "então, pelo que você está nos apresentando, nenhum dos projetos que a gente fazia era projeto interdisciplinar?!".

A partir do comentário do professor "P", pode-se inferir que o mesmo faz referência aos projetos desenvolvidos pelo grupo de professores que ele pôde presenciar. Um exemplo é o projeto intitulado Reservatórios Potiguares, desenvolvido com os alunos da 2ª série do Ensino Médio, do qual o referido professor teve oportunidade de participar acompanhando os alunos em uma aula de campo para visitar os açudes do interior do Estado. Nesse projeto, os professores das disciplinas envolvidas entregavam aos alunos os roteiros das visitas, orientando o que deveria ser observado ou que informações deveriam ser coletadas na região do açude visitado. No entanto, cada professor elaborava o seu roteiro com os objetivos próprios de cada disciplina, não havendo uma integração, ou seja, o que havia era uma

junção de disciplinas que não dialogavam. Diante da fala do professor “P” e das observações do grupo de professores de Ciências Naturais e Matemática dos orientadores pedagógicos, pode-se afirmar que os projetos que os docentes desenvolviam, apesar de os intitularem como interdisciplinares, apresentavam uma pseudointerdisciplinaridade. Esta opinião foi também sinalizada nas respostas aos questionários da 1ª etapa, o que mostra a necessidade de se desenvolver uma formação em serviço para esses professores quanto ao desenvolvimento de projetos interdisciplinares.

Outra dificuldade, já citada anteriormente, que foi evidenciada nas respostas de alguns professores, está relacionada à falta de conhecimento quanto à elaboração e ao desenvolvimento de projetos escolares, sejam disciplinares, sejam interdisciplinares. Na fala do Professor “R”, percebe-se claramente essa dificuldade para elaborar projetos (saberes pedagógicos), mesmo o professor tendo a ideia e a vontade de desenvolvê-los com os seus alunos: “eu tenho muita vontade de realizar projetos, mas não sei como fazer.. Na época da Universidade, participei de um projeto sobre o estudo da Física a partir dos instrumentos de uma orquestra, gostaria de fazer com os meus alunos, mas nunca consegui”.

O projeto a que o professor “R” faz referência foi desenvolvido por uma professora da disciplina de Prática de Ensino de Física na UFRN, da turma em que o referido professor era aluno. De acordo com o relato da professora “O”, que também é professora do laboratório de Física do Colégio, esse projeto, que é intitulado *Aprendendo sobre ondas através de um concerto didático*, já foi desenvolvido com os seus alunos da 2ª série do Ensino Médio, realizando todos os passos e estudos para a explicação física do funcionamento dos instrumentos que compõem uma orquestra, embora os alunos não tenham assistido ao Concerto Didático, que era apresentado mensalmente no Teatro Alberto Maranhão pela Orquestra Sinfônica do RN, conforme relato da professora.

Fazendo-se uma relação com as respostas ao questionário na primeira etapa da pesquisa, notava-se a necessidade de se discutir com o grupo de professores sobre elaboração de projetos escolares e sobre as diferentes concepções de interdisciplinaridade, numa tentativa de fazer com que surgisse dos próprios professores o reconhe-

cimento da falta de conhecimento e da necessidade de uma maior aproximação com o tema.

O não-entendimento dos termos disciplinaridade e interdisciplinaridade são evidenciados na fala do Professor “D”: “interdisciplinaridade é o ensino conjunto de disciplinas. Em minhas aulas busco abordar textos com temas abordados em outras disciplinas que facilitam (além de reforçar) o processo de interpretação.”

Essa resposta reforça o caráter de pseudointerdisciplinaridade, reafirmando a hipótese inicial que motivou o desenvolvimento desta pesquisa. Tal hipótese encontra argumento nas ideias de Fazenda, ao afirmar que:

[...] para vários autores, o conceito de interdisciplinaridade tem seu sentido em um contexto disciplinar: a interdisciplinaridade “pressupõe a existência de ao menos duas disciplinas como referência e a presença de uma ação recíproca” (Germain 1991, p.143). O termo “interdisciplinaridade” significa a exigência dessa relação (FAZENDA, 2002, p.46).

Reverdo projetos escolares: uma iniciação à reflexão sobre a ação

A terceira questão de estudo da pesquisa tinha como objetivo rever e avaliar, juntamente com os professores, alguns projetos desenvolvidos na escola após as discussões realizadas, retomando os aspectos identificados pelos próprios professores como pontos frágeis durante a entrevista coletiva. Para tanto, foi planejada uma entrevista individual com professores que já desenvolvem projetos escolares na instituição, além da observação feita pela própria pesquisadora na função que desenvolvia profissionalmente no Colégio como Coordenadora Pedagógica.

Corroborando com Fazenda, assume-se nesta pesquisa a posição de que a interdisciplinaridade deve ser compreendida como uma possibilidade de diálogo ou uma interconexão de uma disciplina com outra(s) disciplina(s) ou áreas de conhecimento, que se faz necessária para o entendimento de fenômenos ou fatos, de forma que a aprendizagem aconteça a partir do estabelecimento de relações entre elas, rompendo-se os limites dos conhecimentos disciplinares com objetivos pedagógicos comuns. No entanto, percebe-se que tem aconteci-

do certa banalização do termo quando se trata de projetos, principalmente na área de educação. De acordo com os estudos de Fazenda, a partir da década de 90, houve no Brasil uma espécie de modismo no discurso dos professores que perdura até hoje. Segundo a autora,

“O número de projetos educacionais que se intitulam interdisciplinares vem aumentando no Brasil, numa progressão geométrica, seja em instituições públicas ou privadas, em nível de escola ou de sistema de ensino. Surgem da intuição ou da moda, sem lei, sem regras, sem intenções explícitas, apoiando-se numa literatura provisoriamente difundida” (FAZENDA,1995, p.34).

Na análise dos planejamentos, observa-se, por exemplo, que no desenvolvimento de um projeto com alunos da 1ª e 2ª séries, intitulado CINEMAR, ficou bem clara a dificuldade dos professores para definir a forma de avaliar a aprendizagem dos alunos. Durante as conversas informais com os professores, pudemos observar discordâncias entre eles no momento de definir a atribuição ou não de pontuação aos projetos dos alunos. Presenciou-se também, nessas conversas, a fala de uma professora afirmando que desenvolve esse projeto para que os alunos aprendam e desenvolvam habilidades a partir da leitura de contos de grandes mestres, como Machado de Assis, Câmara Cascudo e outros, finalizando com a produção de filmes. Enquanto isso, outra professora afirmava que tinha de atribuir uma nota porque estava sendo cobrada pelos alunos, já que desenvolveram atividades que deram muito trabalho e investimento financeiro nos custos da filmagem. Diante de diálogos como estes, observa-se como dificuldade a questão da avaliação da aprendizagem por meio de projetos como um ponto que gera divergências de opinião entre os professores. No entanto, entendemos que a avaliação da aprendizagem é uma categoria didática que deve estar bem definida desde o planejamento e ser discutida com os alunos, antes mesmo das atividades serem iniciadas.

Observou-se que alguns pontos frágeis que foram discutidos na entrevista coletiva ainda se mostravam como recorrentes na prática dos educadores, como a resistência à elaboração dos projetos, partindo-se da dificuldade para se planejar em equipe e para definir a escolha dos temas, até a definição de critérios de avaliação, dentre outros aspectos já citados.

Analisando-se os projetos desenvolvidos, percebeu-se que um projeto que era realizado há dois anos consecutivos com os alunos da 2ª série do Ensino Médio não teve continuidade no ano seguinte, o projeto Reservatórios Potiguares. Quando indagados, alguns professores disseram não ter realizado o projeto por causa da falta de articulação e de reuniões da equipe de professores participantes. Essa foi uma das dificuldades apontadas pelos mesmos durante a discussão na entrevista coletiva, no momento em que os professores reconheciam que não existia interdisciplinaridade no desenvolvimento do mesmo, apesar de existir uma motivação por parte dos alunos em participarem, visto que o mesmo envolvia uma viagem de campo para visitar os açudes do interior do Estado, bem como visitas a estações de tratamento de água da CAERN nos municípios visitados.

Por outro lado, é interessante destacar alguns pontos que sinalizam positivamente para as conversas informais que vêm sendo despertadas a partir desta pesquisa. Entre eles, destacamos alguns avanços na postura dos professores frente ao trabalho com projetos em sala de aula, inclusive com relatos de vários professores sobre os projetos que estão desenvolvendo, citando aspectos que foram modificados após o debate ocorrido na entrevista coletiva, avanços esses que apontam no sentido de uma adesão por parte dos professores à ideia de trabalhar com projetos no Ensino Médio e hoje se dispõem a incluí-los em sua ação docente. Em 2003, ano em que esta pesquisadora assumia a função de Orientadora Pedagógica dessa equipe de professores, era perceptível uma resistência muito grande dos docentes para desenvolver qualquer tipo de projeto ou mesmo trabalho em grupo, sempre com argumento da falta de tempo durante a aula. Além disso, alguns professores costumavam usar o seguinte discurso: “essa história de projetos e de trabalho só serve para maquiagem as notas dos alunos”, demonstrando uma enorme dificuldade em avaliar a aprendizagem dos alunos por meio de projetos de pesquisa, fechando-se para qualquer possibilidade de realizar práticas inovadoras e dinâmicas em que os alunos pudessem trabalhar em grupo e de aplicar avaliações diferenciadas das “provas”.

Percebe-se, ainda, que um dos motivos para essa grande resistência diz respeito também ao fator tempo, uma vez que quando desenvolvem projetos, alguns professores dizem que os mesmos “tomam o tempo da aula”, isso por não considerarem que os conteúdos

seriam trabalhados com os seus alunos durante a execução do projeto de pesquisa. Os mesmos só os consideram trabalhados se ministrarem tradicionais aulas expositivas. Fazendo-se uma relação com a fala de uma das professoras da área de Ciências, durante a entrevista coletiva, percebe-se que esta demonstra uma grande capacidade de lançar um olhar crítico frente ao seu próprio trabalho e dos colegas, de acordo com a seguinte observação:

PROFESSORA O: “o que eu percebo que os projetos que acontecem na nossa área, talvez não só por parte dos alunos, mas também de nós professores, é que parece que o projeto não serve pra trabalhar os conteúdos que se propõe a trabalhar, porque a gente faz um projeto, todo mundo trabalha e daí eu professor vou novamente como se não tivesse havido projeto nenhum, vou lá de novo nos conteúdos, dou as minhas aulas expositivas todinhas. Então o projeto não serviu de nada, só tomou tempo, entendeu? Então, eu acho que falta alguém acreditar nisso, o próprio professor precisa acreditar, porque se eu como professora, não acreditar naquele projeto e tiver que dar a minha aula expositiva, porque a gente tem de retomar o conteúdo, que está atrasadíssimo, porque teve o projeto e o projeto fica levando a culpa porque não atendeu a expectativa.”

Contudo, ao se observar alguns projetos que já haviam sido realizados anteriormente, percebe-se alguns avanços. Dentre os projetos desenvolvidos na 1ª série do Ensino Médio, por exemplo, há três anos o professor de Matemática começou a desenvolver um projeto com os seus alunos no laboratório de informática para a construção de gráficos feitos a partir da medição dos batimentos cardíacos antes e depois dos alunos correrem no campo de futebol. No ano seguinte, os alunos tinham de procurar os professores de Educação Física para colaborarem com eles. Em 2008, observamos o envolvimento de outros professores (Física e de Educação Física), bem como uma grande motivação por parte dos alunos, que colocaram cartazes espalhados pela escola convidando professores de outras séries para participarem da “corrida” em um dia de sábado, às 6h da manhã, para a obtenção dos dados que possibilitariam a construção dos gráficos de cada grupo.

Outro projeto que despertava grande interesse nos alunos e que já vinha sendo desenvolvido há alguns anos na 1ª série do Ensi-

no Médio é o “Barroculturando”, que tinha como uma das atividades uma viagem de estudos a Recife para visitar Igrejas e Conventos que ainda preservam nas estruturas físicas dos seus prédios, características do Barroco. Este projeto integrava as disciplinas: Literatura, Língua Portuguesa, Arte, História e também Química. No entanto, ainda era percebida a falta de diálogo nos estudos desenvolvidos pelos professores, principalmente nos momentos de elaboração dos roteiros de observação e orientações para os relatórios. A falta de diálogo e de objetivos comuns entre as disciplinas envolvidas desperdiçavam uma grande oportunidade de se desenvolver um trabalho pedagógico interdisciplinar, pois este poderia ser um momento oportuno para uma mudança de natureza metodológica que favoreceria a aprendizagem dos estudantes.

Existe outro projeto que era desenvolvido na escola com alunos da 1ª série do Ensino Médio há vários anos, que pode ser apontado como um bom exemplo de projeto disciplinar. Era um projeto de autoria de uma professora de Física, responsável pelas aulas experimentais em laboratório. Nesse projeto, os alunos tinham a tarefa de construir foguetes e fazer o lançamento dos mesmos, junto com a professora, no campo de futebol do Colégio, depois de passarem por várias etapas de estudos teóricos e práticos no processo de construção dos foguetes. O projeto, intitulado *Ensinando Mecânica através do lançamento de um foguete à água*, era realizado durante um semestre. Conforme relatou a Professora “O”, desde o início do projeto até a culminância, que é o lançamento do foguete, os alunos passam por várias etapas, desde as pesquisas sobre os temas: Programa Espacial Brasileiro, Aerodinâmica de foguetes e a aplicação dos conteúdos. Durante todo o processo, são trabalhados conteúdos relativos à Dinâmica (Queda livre dos corpos; Lançamento de projéteis e Leis de Newton). Tal atividade chamava a atenção dos alunos, tanto do Ensino Médio como de outras séries, que procuram a professora para dizerem a ela o quanto estavam ansiosos para que chegasse o momento deles também lançarem seus foguetes, contando quantos anos ainda faltavam para vivenciar essa experiência.

Alguns projetos desenvolvidos na escola podem servir para reflexão, a partir da observação do planejamento em equipe para elaboração e reelaboração dos mesmos. Para tanto, salienta-se a necessidade da escola privilegiar um espaço para um trabalho sistemático

de formação continuada permanente entre o seu grupo de educadores, não somente do Ensino Médio, que foi o foco desta pesquisa, mas de todos os níveis de ensino.

Objetivava-se, aqui, rever os seus projetos e analisar se houve alguma mudança na forma de planejá-los e desenvolvê-los, bem como em suas opiniões sobre projetos escolares, após as discussões realizadas em torno do tema durante o encontro com os professores.

Apesar da entrevista ter sido organizada a partir de um roteiro com oito questões, no momento da análise foi dada ênfase às respostas das questões “a, b, g, h”. A análise dessas respostas foi possibilitada a partir do entrecruzamento dos dados quanto às ideias sobre: elaboração de projetos disciplinares ou interdisciplinares; escolha dos temas; planejamento e sobre as dificuldades para se trabalhar projetos na escola. Com relação à análise dos projetos planejados, procurou-se identificar os seguintes pontos:

- a. as mudanças percebidas pelo(a) professor(a) ao elaborar um novo projeto;
- b. se existia a preocupação quanto à discussão com os colegas professores para escolha dos temas, planejamento e definição das etapas (fase de apresentação aos alunos, problematização, definição do tema (se este partiu dos alunos), das atividades e sua sequência, cronograma, definição do papel e das tarefas dos participantes, instrumentos de investigação, resultados e avaliação da aprendizagem dos alunos sobre o tema estudado.

Ao ser indagado se a professora percebe alguma diferença entre os projetos que planejou para este ano e os desenvolvidos anteriormente, a professora “A” diz que percebe a diferença, afirmando que sempre são possíveis novas possibilidades de pesquisa, conforme a fala a seguir: “depois da oficina que foi realizada no colégio pelos pesquisadores da UFRN percebeu que a Educação coloca-se também em um constante processo de transformação, investindo na diversidade e no potencial de cada um, visando a uma sala de aula desafiadora e interdisciplinar”.

Nesse sentido, a professora reforça a ideia da importância de se promoverem estudos e reflexões sobre os temas ligados ao plane-

jamento e organização do ensino, principalmente por serem momentos em que os professores possam discutir, trocar ideias e planejar juntos, em equipe, reafirmando a necessidade da definição do espaço para isso dentro da própria escola defendido nesta pesquisa. A professora diz ter preferência por desenvolver projetos interdisciplinares e que seleciona os temas a partir dos seguintes critérios: significações nas aprendizagens práticas e expostas pelo projeto. Construção de conhecimentos através da autonomia. Distinção entre o projeto como princípio científico e educativo

Com relação às dificuldades enfrentadas no desenvolvimento de projetos na escola, pode-se dizer que as respostas da professora coincidem com as respostas apresentadas pelos demais professores nas duas primeiras etapas da pesquisa, conforme a fala a seguir: “as principais dificuldades são o tempo disponível dos educadores para planejar coletivamente, a resistência quanto ao modelo de pesquisa e a formação acadêmica dos educadores”.

É importante destacar que as dificuldades encontradas para desenvolver projetos com os alunos do Ensino Médio, neste grupo de professores em uma escola particular de Natal, não diferem muito das dificuldades apontadas, por exemplo, por um grupo de professores do Ensino Médio da rede pública brasileira. De acordo com uma pesquisa desenvolvida por três pesquisadores da UNESP-SP, Câmpus de Bauru, junto a vinte e três professores-alunos que foram entrevistados a respeito das dificuldades para a realização de um trabalho interdisciplinar, quanto aos professores, aos alunos e aos conteúdos científicos, as principais dificuldades apontadas pelos professores participantes são a falta de tempo, poucas aulas semanais, falta de estrutura no ambiente escolar, espaço físico e salas de aula superlotadas, além de reclamarem que as concepções prévias dos alunos trazem dificuldades, dentre outras dificuldades mais relacionadas com eles. (AUGUSTO; CALDEIRA, 2005).

Nesse sentido, encontramos em Sacristán e Gómez uma explicação histórica quanto à dificuldade dos professores, principalmente nesse nível de ensino. Para esses autores,

O fato de que o sistema escolar tenha se criado e expandido enquanto esteve vigente a ideia de que o currículo deveria estar composto pelo saber parcializado em disciplinas, teve sua influência não só no que se selecionou como saber essencial, mas

também nas práticas, nas estruturas organizativas e na mentalidade dos(as) professores(as). A possibilidade e conveniência de inter-relacionar o saber é geralmente aceita para orientar a configuração e prática curricular no ensino fundamental, mas é conflitante no ensino médio, quando os professores/as foram formados num conceito de cultura especializada em compartimentos estanques. (SACRISTÁN; GÓMEZ, 1998, p. 185).

Entende-se que o Ensino Médio tem particularidades próprias, em que os atores envolvidos devem pensar na possibilidade de um currículo integrado que contemple uma formação geral, indo além da aprendizagem de conteúdos, promovendo o desenvolvimento de habilidades e competências, para que os alunos possam compreender o mundo que os rodeia. Esta é uma tarefa nada fácil para os professores, porém, possível de ser realizada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa evidencia a importância do desenvolvimento de projetos disciplinares e interdisciplinares em sala de aula como uma opção didático-pedagógica que favorece a integração curricular e a aprendizagem dos estudantes, salientando também algumas das dificuldades dos professores para trabalhar com projetos na escola. Muitas vezes, a exigência, implícita ou não, nas instituições escolares demanda que os professores conheçam as propostas didático-pedagógicas atuais expressas nos documentos legais. Tal exigência remete ao uso de um discurso por parte dos professores que nem sempre coadunam com sua prática docente. Ao levá-los a discutir sobre o referencial teórico que sustenta essa estratégia de ensino, os professores participantes da pesquisa apontam o excesso de atividades, a falta de tempo, o desinteresse dos estudantes, a falta de apoio da instituição e dos demais colegas. Alguns, inclusive, apontaram que desconhecem como realizar esse tipo de trabalho em sala de aula, pois não foram preparados para isso em seu processo formativo. Existe, portanto, um desconhecimento por parte dos professores sobre as diferentes concepções de interdisciplinaridade e do uso de projetos como estratégia didática. Observamos que apenas alguns profes-

sores que concluíram seus cursos superiores recentemente citaram exemplos de atividades vivenciadas durante o curso, demonstrando ter vontade de realizar projetos com os alunos, embora não saibam como fazer para desenvolver projetos disciplinares ou interdisciplinares.

Embora alguns professores desenvolvam projetos em sala de aula, destaca-se a necessidade de se buscar a formação permanente do corpo docente, investindo na formação continuada para estudos sobre o tema e troca de experiências, bem como na criação de condições para a realização do trabalho do professor. Não é justo evidenciar as dificuldades do professor sem salientar que a instituição escolar constitui um espaço formativo e que deve propiciar carga horária, local adequado, salário digno e outras condições necessárias para o desenvolvimento do trabalho pedagógico. Além disso, as instituições formadoras devem preparar o professor para enfrentar os desafios. Cabe destacar que boa parte do corpo docente já atua como professor há algum tempo, e acompanhar as mudanças necessárias não constitui uma tarefa fácil. Para gerar mudanças na ação pedagógica, são necessárias condições para tal.

Acredita-se na necessidade de ampliar o trabalho, sugerindo o desenvolvimento de estudos sobre o tema com professores de todas as áreas do conhecimento nos diferentes níveis de ensino. Dessa forma, talvez seja possível uma efetiva implementação do trabalho com projetos escolares, de preferência interdisciplinares, conforme o próprio Projeto Político-Pedagógico da instituição. Neste trabalho, não tivemos a intenção de provocar mudanças na postura dos docentes da instituição, mas procurar contribuir com alguns elementos que provoquem a reflexão sobre a organização das atividades por meio de projetos, elementos estes que remetem à necessidade de se refletir sobre os saberes pedagógicos, sinalizando para as dificuldades do saber-fazer no trabalho docente.

Salienta-se, ainda, que para que haja uma efetiva adoção do trabalho com projetos na escola, se faz necessária uma mudança de postura de todos os envolvidos frente ao processo ensino-aprendizagem: educadores e educandos. Esta pesquisa sinaliza, portanto, para a necessidade da criação de um programa de formação continuada dentro das próprias instituições de ensino, assumindo a posição de que a escola deve ser vista como espaço formativo, em que gestores

e corpo docente busquem, constantemente, a melhoria da qualidade do ensino. É preciso que, enquanto educadores, tenhamos a consciência e o dever de oportunizar a participação ativa do aluno como sujeito do seu próprio processo de aprendizagem, da construção da autonomia e do pensamento crítico frente à realidade, da busca pela inovação e da atuação enquanto autor e ator social, enquanto cidadão.

REFERÊNCIAS

AUGUSTO, T. G. da S.; CALDEIRA, A. M. de A. Interdisciplinaridade no ensino de ciências da natureza: dificuldades de professores de educação básica, da rede pública brasileira para a implantação dessas práticas. **Trabalho apresentado no 7º Congresso Ensinaça de las Ciências. 2005.**

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional** – LDBEN. Brasília, 1996.

_____. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Resolução CEB/CNE n. 03 de 26 de junho de 1998.

_____. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Parecer CNE/CEB n. 15/98. Brasília: Câmara de Educação Básica, 1998.

_____. **Políticas de Ensino Médio. Indicações para a Construção de um Projeto Curricular Interdisciplinar.** Brasília: MEC. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/portal>>. Acesso em: 21jun.2008.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio** – PCNEM, Brasil, 2002a.

BRASIL. **PCN+ Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**, Brasil, 2002b.

_____. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio - OCEM.** Brasília, MEC, 2006.

CAMPOS, M.; NIGRO, R. **Didática das Ciências: o ensino-aprendizagem como investigação.** São Paulo: FTD, 1999.

CAVALCANTI, C. M. **Ensinando-pensando-aprendendo: prática de projetos e autoformação.** Natal: 2002. Dissertação de Mestrado. UFRN.

COLL, C. **Psicologia da aprendizagem no Ensino Médio**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. São Paulo: Artmed, 1999.

FAZENDA, I.C. A. **A academia vai à escola**. Campinas, SP: Papyrus, 1995.

_____. **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas, SP: Papyrus, 1998.

_____. **Integração e Interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. São Paulo: Loyola, 2002.

_____. **Metodologia da Pesquisa Educacional**. São Paulo: Cortez, 1989.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Plano Editora, 2003.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

_____. **Pedagogia do oprimido**. 39 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004.

FRIGOTTO, G., CIAVATTA, M., & RAMOS, M. **Ensino Médio Integrado: concepção e contradições**. São Paulo: Cortez, 2005.

GARDNER, H. **A criança pré-escolar: como pensa e como a escola pode ensiná-la**. Porto Alegre: Artmed, 1994.

GAUTHIER, C.; TARDIF, M. **O saber Profissional dos Professores: Fundamentos e Epistemologia**. Quebec, Canadá: Faculdade de Educação Universidade Laval, 1996.

GAUTHIER, C. (et. al). **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. Ijuí: UNIJUÍ, 1998.

HERNANDEZ, F. T. **Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte [IFRN]. **Projeto Político Pedagógico do IFRN: uma construção coletiva**. Natal: IFRN. Recuperado em 18 de junho, 2012, de <http://portal.ifrn.edu.br/institucional/projeto-politico-pedagogico>

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em Ciências Humanas**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

MARTINS, J. S. **O trabalho com projetos de pesquisa:** do ensino fundamental ao ensino médio. Campinas: Papirus, 2001.

_____. **Projetos de pesquisa:** estratégias de ensino e aprendizagem em sala de aula. Campinas: Armazém do Ipê, 2005.

NEVES, L. S.; SILVA, M. G. L. **Instrumentação para o ensino de Química I.** Natal: DUFRN, 2005.

NÓVOA, A. **Os professores e sua formação.** Lisboa: Publicação Dom Quixote, 1992.

NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. (Org.). **Fundamentos do Ensino-aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática:** o Novo Ensino Médio. Porto Alegre: Sulina, 2004.

_____. **Competência: uma reflexão sobre o seu sentido.** In: OLIVEIRA, V. Q. S. F. (Org.). O sentido das competências no projeto políticopedagógico. Natal: EDUFRN, 2002.

PERRENOUD, P. **A prática reflexiva no ofício do professor.** Porto Alegre: Artmed, 2002.

_____. **Construir competências desde a escola.** Porto Alegre: Artmed, 1999.

POZO, J. I.; CRESPO, Miguel Ángel G. **Aprender y enseñar ciencia:** Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Ediciones Morata,S.L., 1998.

RAMALHO, B. L. et al. **A Didática na formação continuada de professores(as):** Um estudo centrado na reflexão da prática. Trabalho apresentado no XIV Encontro da Pesquisa Educacional do Nordeste. UFBA, 1999.

RAMALHO, B. L.; NUÑEZ, I. B.; GAUTHIER, C. **Formar o professor, profissionalizar o ensino:** perspectivas e desafios. Porto Alegre: Sulina, 2003.

RAMOS, M. N. Currículo Integrado. **Dicionário da Educação Profissional em Saúde.** Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, 2009. Recuperado em 17 de novembro de 2012, de <http://www.epsjv.fiocruz.br/dicionario/verbetes/curint.html>

RICHARDSON, R. J., et al. **Pesquisa social:** métodos e técnicas. São Paulo, Atlas, 1999.

SACRISTÁN, J. G.; GÓMEZ, A. L. Pérez. **Comprender e trans-**

formar o ensino. Trad. Ernani F. da Fonseca Rosa. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SACRISTÁN, J. G. **Educar e conviver na cultura global:** as exigências da cidadania. Porto Alegre: Artmed, 2002.

TARDIF, M. **Saberes docentes e Formação Profissional.** Petrópolis, RJ. Vozes, 2002.

UBEE-UNIÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO E ENSINO. **Projeto Político-Pastoral-Pedagógico.** Belo Horizonte: UBEE, 2003.

ZABALA, Ai. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 2002.

_____. **Enfoque globalizador e pensamento complexo:** uma proposta para o ensino escolar, trad. Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2002.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 1993.

PERCEBENDO O MANGUE: UMA PROPOSTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NO NÍVEL FUNDAMENTAL.

SÔNIA ANDRADE⁵⁷

MARIA RAIMUNDA MATOS PRADO⁵⁸

A PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE EDUCANDOS DO ENSINO FUNDAMENTAL DA ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA JOSEFA SAMPAIO: PERCEBENDO O MANGUE

INTRODUÇÃO

É notório que a população urbana aumenta continuamente no mundo. Segundo Moraes (1999), na próxima década, metade da população mundial, aproximadamente 3,3 bilhões de pessoas, estará vivendo nas cidades e, em 2025, 2/3 da população do mundo será urbana. Para este autor, alia-se a isto o alargamento da faixa de exclusão social e a reduzida capacidade de investimento do Estado, o que faz com que um percentual cada vez maior de pobres vivam em condições precárias nas cidades. Como resultado, tem-se um agravamento crescente dos problemas ambientais urbanos, notadamente aqueles relativos à poluição e degradação do território. Em função disso, a adequada gestão ambiental de ocupações territoriais sempre foi um dos principais desafios do poder público quando investido do papel de regulador do uso e ocupação dos espaços.

57 Especialista em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN. Especialista em Linguagens e Educação pela Universidade Potiguar – UNP. Especialista em Coordenação Pedagógica em EJA pela Universidade Federal do Rio Grande Norte – UFRN. Pedagoga, com habilitação em supervisão escolar, pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

58 Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Especialista em Supervisão Escolar pelo Centro Universitário Cândido Mendes-RJ. Graduada em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão e em Pedagogia pela Universidade Estadual do Maranhão. É Técnica em assuntos educacionais no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Em pesquisa, atua principalmente nos seguintes temas: ensino de Ciências Naturais e Matemática, formação de professores de Ciências Naturais e Matemática, currículo, educação ambiental, prática pedagógica e formação de professores.

Na cidade do Natal-RN, estes problemas são agravados em função da forte urbanização de seu espaço físico – 99% da população é urbana (IBGE, 2000). Assim, as questões ambientais mais relevantes na região metropolitana de Natal estão diretamente relacionadas à forma da ocupação territorial e à carência de uma infraestrutura adequada (CUNHA; GUERRA, 2002).

A expansão acelerada da área urbana, nos últimos anos, tem demandado elevados investimentos públicos para mitigar os problemas ambientais. Porém, os instrumentos de gestão urbana e ambiental praticados, por sua vez, não têm sido eficazes no controle da qualidade ambiental das novas ocupações (CUNHA; GUERRA, 2002). É o caso da urbanização em áreas de manguezal. Várias comunidades da cidade do Natal estão situadas sobre regiões de manguezal, como é o caso do Passo da Pátria. Essas ocupações foram e são responsáveis pelo desmatamento e aterro do manguezal, que possibilitaram a ocupação de áreas de risco ambiental (doenças, enchentes).

Dessa forma, o que temos observado é a baixa efetividade dos instrumentos de gestão utilizados na avaliação e monitoramento de impactos ambientais em parcelamentos urbanos, e o agravamento dos passivos ambientais⁵⁹ gerados pelas ocupações populacionais.

Diante desse quadro de referência, foi criada a Lei Federal n.º 9.795, de 27 de abril de 1999, regulamentada pelo Decreto 4.281, de 25 de junho de 2002, que dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências (MEDAUAR, 2007). Segundo a referida Lei, a educação ambiental pode ser entendida como os processos pelos quais os indivíduos e a coletividade “constroem valores, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (MEDAUAR, 2007, p. 407). No artigo 2º da Lei Federal em apreço, a educação ambiental recebe *status* de essencial componente da educação nacional, devendo estar presente em todos os níveis e modalidades do processo educativo, tanto em caráter formal como não-formal⁶⁰. Dessa forma, portanto, não é mais

59É toda ocorrência danosa ao meio ambiente [...] capaz de atuar como fator de risco, dano ou degradação ambiental [...] (BRASIL, 2006).

60A educação ambiental formal é aquela exercida como atividade escolar; enquanto a não-for-

possível compreender a gestão ambiental contemporânea sem a sua necessária relação com a educação ambiental.

A Constituição Federal brasileira garante aos cidadãos um ambiente ecologicamente equilibrado, sendo de responsabilidade do Poder Público a sua implantação. Para tanto, faz-se necessário a articulação do Governo com os empresários e a comunidade em geral, na busca de alternativas e soluções para os problemas ambientais. Além disso, a Lei Federal nº 6.938/81 elenca como um dos princípios norteadores da Política Nacional de Meio Ambiente a educação ambiental em todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente. Nesse sentido, a promoção da Educação Ambiental não deve estar limitada à educação ambiental formal, devendo transcender o nível escolar.

No desenvolvimento da presente pesquisa, optou-se pela utilização das discussões relativas a educação ambiental formal, tendo em vista que o público-alvo é composto de educandos do ensino fundamental, da Escola Estadual Professora Josefa Sampaio. Todavia, não é possível descurar do caráter não-formal, tendo em vista que o mesmo é prerrogativa essencial no processo de educação ambiental, como previsto na Lei Federal n.º 9.795/99. Assim como, o assunto abordado está vinculado à vivência dos educandos, haja vista que o ecossistema manguezal e o mangue⁶¹ estão, relativamente, próximos da escola, que está situada no bairro de Santos Reis, na Zona Leste da cidade do Natal, entre a margem direita do rio Potengi e a orla marítima. Além desse fator, muitos educandos são oriundos de famílias que retiram todo ou parte do sustento da coleta de crustáceos e moluscos do manguezal. Desse modo, é preciso identificar que percepção os educandos do ensino fundamental têm do mangue, bem como se faz mister propor novas formas de trabalhar com esse tema em sala de aula, possibilitando a construção de novos conhecimentos.

Portanto, visando à objetividade e à clareza na discussão do tema proposto, o presente artigo está dividido em três partes, a saber: **Caminhos trilhados**, que apresenta o esforço teórico na compreensão do meio ambiente, do ecossistema manguezal, do desen-

mal trata-se da que é exercida em outros espaços do meio social (LEONARDI, 1997).

61O manguezal é o ecossistema, e o mangue é a formação vegetal (CUNHA; GUERRA, 2002).

volvimento sustentável, da percepção ambiental e dos dilemas da educação ambiental; **A percepção ambiental de adolescentes no ensino fundamental**, que trata da metodologia utilizada no trabalho e da pesquisa de campo realizada e; **Resultados e discussões**, que apresenta as principais considerações sobre a pesquisa desenvolvida e discute algumas alternativas para o debate, análise e compreensão da questão ecológica do manguezal em sala de aula.

CAMINHOS TRILHADOS

Na segunda metade do século XX, estudos e encontros internacionais apontaram a necessidade do homem deixar de se posicionar de maneira apartada do meio ambiente. Para o homem, buscar a sustentabilidade de suas ações e intervenções sobre o meio ambiente tornou-se tema comum aos diferentes campos do saber (CHIAVENATO, 1989).

Sendo assim, as atuais preocupações acerca das questões que envolvem o meio ambiente e nível de qualidade de vida têm origem em um passado não muito distante. De acordo com Leff (2001), o debate sobre a consciência ambiental surge nos anos de 1960, com a obra de Raquel Carson, “Primavera Silenciosa”, em 1962, que reúne uma série de denúncias sobre degradações ambientais.

Após 10 anos de publicação dessa obra, um marco importante para o tratamento dos problemas ambientais ocorreu na Primeira Conferência Mundial do Desenvolvimento e Meio Ambiente, em 1972. Este encontro internacional visou o equacionamento dos problemas ambientais e o reconhecimento de elevados processos de degradação ambiental, resultando na criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA e em diversas conferências realizadas pela Organização das Nações Unidas – ONU.

Em 1992, aconteceu no Brasil, a II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, no Rio de Janeiro (RIO-92), com o principal objetivo de discutir sobre desenvolvimento sustentável e a degradação ambiental, contou com a participação em massa de governantes e representantes da sociedade civil e foi compreendida como um marco na luta por melhores condições de vida.

No que tange a discussões mais amplas, a questão ambiental colocou em debate o modelo de desenvolvimento e de modernidade, ou seja, o paradigma da economia baseada na exploração insustentável do meio ambiente. Nesse sentido, emergiu a necessidade de mudança na visão economicista, tendo como base uma nova forma de visualizar o futuro: compreender as limitações e finitude da natureza, conduzindo as ações humanas para “a necessidade de fundar novos modos de produção e estilos de vida nas condições e potencialidades ecológicas de dada região, assim como na diversidade étnica e na autoconfiança das populações para a gestão participativa dos recursos” (LEFF, 2001, p. 17).

Nesse cenário, a própria noção de meio ambiente, entendido enquanto primeira natureza (ambiente não alterado pela ação humana), passa a ser questionada, haja vista que as alterações humanas sobre o ambiente que o cerca, assim como o desenvolvimento técnico, tecnológico e científico alcançados pela humanidade colocam o homem no patamar de único ser vivo existente no planeta capaz de alterar, construir e destruir as bases físicas e biológicas de existência da vida (CUNHA; GUERRA, 2002).

Assim sendo, o conceito de meio ambiente construído emerge de modo significativo na elucidação das questões denominadas de ambientais. Este conceito pode ser compreendido como o ambiente construído pelo homem em sua interação com a natureza (aspectos bióticos e abióticos), que sustenta, organiza e rege a vida. Contudo, devemos ressaltar que apesar do homem alterar a natureza, construindo um ambiente humanizado, os processos físicos, químicos e biológicos naturais seguem mecanismos e “leis” próprias, que não são, totalmente, controlados ou conhecidos (CUNHA; GUERRA, 2002).

Nessa discussão, é impossível deixar de fora a compreensão de que o homem altera a natureza através do trabalho que realiza. Portanto, é impossível dissociar a idéia de meio ambiente construído do processo de produção e apropriação da riqueza gerada pelo trabalho humano e que também resulta em privilégios como capital, serviços e infraestrutura para algumas áreas, em detrimento de outras (CHIAVENATO, 1989).

Assim, o meio ambiente construído será condicionado e condicionará a estrutura política, econômica, social, cultural e, também,

ambiental de uma determinada sociedade. Alguns cientistas compreendem o meio ambiente (componentes físicos, químicos, biológicos, social/cultural/econômico), como construção histórica determinada no e pelo tempo e espaço, sendo o homem parte integrante e integrada desse ambiente (MENDONÇA, 2004).

Dessa forma, os avanços da degradação ambiental, das desigualdades sociais, do aumento da pobreza denotam uma crise de civilização, assinalada pelo modelo de desenvolvimento regido pela razão tecnológica em detrimento da sustentabilidade (MORIN, 2005), se tornando imprescindível o avanço de concepções científicas sobre o meio ambiente construído, em que a ampliação do conceito qualidade de vida estenda-se também à qualidade ambiental. Nessa direção, no Brasil, emergem as discussões sobre alterações na legislação ambiental, objetivando a aplicação dos debates científicos na criação de leis voltadas à proteção ambiental como base para melhoria da qualidade de vida.

Em nossos estudos daremos ênfase à legislação que diz respeito à proteção dos ambientes costeiros e manguezais em ordem cronológica.

1965 - Lei 4.771 de 15 de setembro - Código Florestal, em seu artigo 2º, considera também floresta de preservação permanente, as que servem de estabilizadoras de mangues;

1979 - Lei 6.766 de 19 de dezembro – lei de Parcelamento do Solo, em seu artigo 3º, parágrafo único, não permite o parcelamento do solo em áreas de preservação ecológica, entre outras, incluindo os manguezais;

1981 - Lei 6.938 de 31 de agosto - lei de implantação da Política Nacional do Meio Ambiente, traz em seu artigo 2º como objetivo “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana” através dos seguintes princípios, entre outros:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente (MEDAUAR, 2007).

Em seu artigo 3º, traz importantes definições, cerca de meio ambiente, degradação ambiental, poluição, poluidor e recursos ambientais:

I - meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;

III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;

c) afetem desfavoravelmente a biota;

d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;

e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

V - recursos ambientais, a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo e os elementos da biosfera.

V - recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superfi-

ciais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora (BRASIL, 2008).

1985 – Lei 7.347 de 24 de julho – da Ação Civil Pública - permite ao Ministério Público, à União, aos Estados, aos Municípios, Autarquias, empresas públicas, fundações, sociedades de economia mista e associações civis com mais de um ano ajuizar ação civil pública de responsabilidade por danos ao meio ambiente, conforme seu artigo 5º, impondo condenação em dinheiro ou cumprimento de obrigação de fazer ou não fazer no seu artigo 3º; multa e pena de prisão-reclusão aos agressores de acordo com o artigo 10º;

1988 – Carta Magna – em seu Capítulo VI, Do Meio Ambiente, apresenta conteúdo pertinente à proposta de desenvolvimento sustentável:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2003).

Considera, ainda no artigo 225, § 4º, a Zona Costeira como “patrimônio nacional”, devendo ser utilizada observando a preservação do meio ambiente;

1988 – Lei 7.661 de 16 de maio – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) em seu art.2º, parágrafo único, define a Zona Costeira como “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre”. Em seu art.3º, parágrafo I, dá prioridade a conservação e proteção, em caso de zoneamento, entre outros, aos manguezais, prevendo sanções como interdição, embargos e demolição.

1997 – Resolução CIRM nº 05, de 21 de novembro, aprovou a Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II, que define a Zona Costeira como “espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos ambientais, abrangendo as faixas marítimas e terrestres.”

1998 - Lei 9.605 de fevereiro, dos Crimes Ambientais que traz em seu artigo 50 a previsão de “detenção de três meses a um ano e multa” para quem “destruir ou danificar florestas nativas ou plantadas ou vegetação fixadora de dunas, protetora de mangues, objeto de especial preservação.”

Quanto às legislações estaduais, dos dezessete estados litorâneos brasileiros (Amapá, Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), apenas nas constituições da Bahia, art.215, I; do Ceará, art.267, V; do Maranhão, art.241, IV, alínea “a”; da Paraíba, 227, IX; do Piauí, art.237, § 7º, I; do Rio de Janeiro, art.268, I; São Paulo, art.197, I, existem indicação explícita de proteção e preservação de mangues. Na constituição dos outros 10 estados, incluindo o Rio Grande do Norte os manguezais entram implicitamente, na proteção de regiões que tem flora e fauna rica ou de importância. O ecossistema manguezal está dentro da Zona Costeira Brasileira para efeitos de gestão ambiental, ainda assim sofre grande pressão com a expansão urbana e a exploração indevida de seus recursos naturais.

Compreende-se que somente a existência de vasta legislação que regule o uso e a preservação dos ambientes naturais não é suficiente para controlar os abusos e estimular a consciência de preservação. Acreditamos que a educação de nossos jovens, quer seja na escola ou em casa pode ser um fator marcante para que tenhamos êxito com as gerações de futuros adultos. Por isso faz-se necessário estimular a percepção do aluno em torno do local em que está inserido, evidenciar as relações que o mesmo tem com o meio ambiente e levá-lo a compreender que também faz parte deste. Esse é um passo importante para que se cultive a consciência necessária de que é possível usufruir de nossos bens naturais sem levá-los à falência e que isso é possível através de projetos educativos dentro do ambiente escolar, valorizando o contexto sociocultural dos alunos envolvidos. Nesse sentido, faz-se mister a compreensão de dois conceitos essenciais na discussão em tela, a saber: desenvolvimento sustentável e percepção ambiental.

Até meados da década de 1990, o paradigma de desenvolvimento predominante estava pautado no crescimento econômico ace-

lerado em detrimento de maiores investimentos para resolução de problemas sociais (CHIAVENATO, 1989). Desse modo, confundiam-se duas categorias analíticas distintas o crescimento econômico e o desenvolvimento. Todavia, na mesma época em que foram sendo aprofundados os conhecimentos sobre o meio ambiente, em reuniões de abrangência internacional, o desenvolvimento sustentável passou a ser debatido. Em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, definiu desenvolvimento sustentável como o tipo de desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem prejudicar a capacidade das futuras gerações de atenderem às suas necessidades (BRASIL, 2006). Dessa forma, o desenvolvimento de uma sociedade é caracterizada pelo crescimento econômico, pela preservação ambiental, pela redução das desigualdades sociais, objetivando a melhoria da qualidade de vida. Portanto, o desenvolvimento sustentável não dissocia economia de conservação e preservação ambiental, bem como da redução de desigualdades sociais, haja vista que o ser humano e o ambiente passam a ser enfocados em um mesmo plano de análise (BRASIL, 2006).

Portanto, com o aprofundamento da compreensão sobre o meio ambiente, das formas como o homem altera o meio, do surgimento de legislação ambiental específica para a proteção do ecossistema manguezal e da proposta do desenvolvimento sustentável, foram sendo criadas as condições para o desenvolvimento da percepção humana sobre os problemas ambientais, também denominada de percepção ambiental.

O ato de perceber requer daquele que observa uma experiência em que todos os sentidos, além da própria capacidade cognitiva do indivíduo estão mobilizados, não sendo, assim, um processo passivo de recepção de uma dada informação (CORRÊA; ROSENDAHL, 2003). A percepção ambiental pode ser compreendida como um processo de compreensão holístico da relação homem/natureza, no qual os aspectos físicos, biológicos, sociais, culturais, psicológicos e imaginários dessa relação influenciam na forma de apreensão, reflexão e compreensão do meio ambiente. Portanto, a classe social, o nível de conhecimento sobre um determinado tema, as experiências de vida, os processos cognitivos individuais são elementos essenciais para compreensão de como ocorre o processo de percepção na mente humana. Dessa forma, dois indivíduos de realidades socioespaciais

distintas podem ter diversas percepções sobre um mesmo sistema ambiental, como é o caso dos manguezais. Mesmo indivíduos que apresentam um processo de formação similar, não necessariamente percebem uma situação da mesma forma (CORRÊA; ROSENDAHL, 2003). Todavia, os caminhos percorridos para se chegar a percepção ambiental de um mesmo tema podem ser identificados, analisados e trabalhados, no sentido de aprofundamento do conhecimento.

Diante do contexto, acima exposto, o desenvolvimento dos princípios humanista, holístico, democrático e participativo da educação ambiental tem como objetivo a formação de cidadãos capazes de aprender, de apreender, de refletir e de gerar novos conhecimentos sobre a temática ambiental. Contudo, para que se possa caminhar com esse objetivo em foco, faz-se mister a identificação da situação atual da percepção ambiental dos educandos, visando o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social.

A PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE ADOLESCENTES NO ENSINO FUNDAMENTAL

A presente pesquisa é de natureza quantitativa e qualitativa, sendo desenvolvida pelo método descritivo exploratório. É quantitativa, pois está baseada na análise dos dados quantitativos oriundos da tabulação dos questionários. É qualitativa, haja vista que foram formuladas questões abertas, destinadas à discussão por parte dos educandos. O método é descritivo exploratório, tendo em vista que ocorreu o levantamento das informações para compor o quadro da percepção ambiental entre os educandos, houve a necessidade de identificação e interpretação dos dados primários (questionários), bem como em virtude do caráter inédito dessa pesquisa no contexto da Escola Estadual Professora Josefa Sampaio (MARCONI; LAKATOS, 2007).

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, uma vez que foi desenvolvida no âmbito da referida Escola Estadual do município do Natal/RN, concentrando, assim, todos os esforços na compreensão da percepção ambiental por parte dos educandos (MARCONI; LAKATOS, 2007).

A coleta dos dados ocorreu através da aplicação de questionários a 79 (setenta e nove) educandos da Escola Estadual Professo-

ra Josefa Sampaio, situada na avenida Presidente Café Filho, n.º 18, no bairro de Santos Reis, na zona leste da cidade do Natal, entre a margem direita do rio Potengi e a orla marítima. A escola é mantida pelo Poder Público Estadual, tendo sido criada através da portaria de autorização n.º959, de 10 de novembro de 1977, publicada no Diário Oficial de 09 de dezembro de 1977, e com portaria de reconhecimento n.º 489, de 25 de maio de 1980, publicada do Diário Oficial de 22 de agosto de 1980.

A escola atende, atualmente, a 521 (quinhentos e vinte e um) educandos oriundos dos bairros circunvizinhos das Rocas, Ribeira, Brasília Teimosa e a comunidade do Maruim. São oferecidas as modalidades de ensino fundamental do 1º ao 5º ano e ensino fundamental II (6º ao 9º ano), sendo oferecidas, no horário noturno, as modalidades EJA e ensino médio. O questionário foi aplicado apenas no turno matutino, entre as turmas do 6º ano (2 turmas), 7º, 8º e 9º anos (1 turma cada). Os entrevistados representam 15,16% do universo escolar.

Optou-se pela utilização de questionários como elemento de coleta dos dados, devido sua praticidade e a consideração da importância da presença de dados de caráter primário nesta pesquisa. Uma vez que esta pesquisa é um estudo de caso, que segue o método descritivo exploratório, procurou-se identificar a percepção ambiental dos educandos sobre o tema mangue, enfatizando a interpretação quantitativa e qualitativa dos dados coletados. Assim, após a coleta dos dados, foi realizada a tabulação e a respectiva análise. Dessa forma, para cada tabela gerada existe um gráfico e sua análise. Assim exposto, apresenta-se a discussão dos dados à luz da fundamentação teórica anteriormente discutida.

Como foi mencionado, o questionário foi aplicado para 79 educandos, sendo que 64,55% estão situados na faixa etária dos 11 aos 14 anos, havendo concentração no 6º e 7 anos, com, respectivamente, 37,25% e 35, 29% (Tabela 1). É interessante averiguar que o número de estudantes por turma diminui a medida que altera-se o ano, com 29 educandos no 7º ano e apenas 13 no 9º ano.

Tabela 1 - Faixa etária do entrevistado. Pesquisa de campo - 2010.								
ENSINO FUNDAMENTAL	FAIXA ETÁRIA (ANOS)							
	11 a 14	%	15 a 17	%	18 ou mais	%	N.R.	%
6°	19	37,25	2	7,69	-	-	-	-
7°	18	35,29	10	38,46	-	-	1	100,00
8°	11	21,57	5	19,23	-	-	-	-
9°	3	5,89	9	34,62	1	100,00	-	-
Total	51	100,00	26	100,00	1	100,00	1	100,00

No que concerne à distribuição dos entrevistados por sexo, verifica-se que existe uma equivalência entre homens (50,63%) e mulheres (49,37%), sendo as mulheres maioria apenas no 6º e 8º anos (Tabela 2).

Tabela 2 - Sexo do entrevistados. Pesquisa de campo - 2010.				
ENSINO FUNDAMENTAL II	SEXO			
	Masculino	%	Feminino	%
6°	10		11	28,21
7°	16		13	33,33
8°	7		9	23,08
9°	7		6	15,08
Total	40	100,00	39	100,00

No que tange ao local de residência dos entrevistados, 59,50% afirmaram residir próximos ao rio Potengi, sendo a maior concentração entre os estudantes do 6º ano (40,43%), conforme tabela 3. Entre os educandos que não residem nas proximidades do Potengi, destacam-se os do 7º ano (46,88%). Tal fato não impede que os educandos conheçam o mangue, haja vista que 74,68% dos entrevistados afirmaram ter conhecimentos sobre o tema (Tabela 4). Entre os entrevistados, apenas no 7º ano, quase metade da turma (14 educandos de um total de 29) desconhece qualquer informação sobre o mangue.

Apesar das respostas positivas a respeito dos conhecimentos sobre o mangue, poucos foram os educandos que conseguiram explicar o que era e para que servia. Entre as respostas, o mangue é caracterizado por ser um local no qual estão presentes a lama, os caranguejos, os pescadores, bem como barcos e navios, e que sofre a pressão humana, seja por meio do lixo, do lançamento de óleo do motor dos barcos, ou da retirada de caranguejos e siris para consumo humano e geração de renda. Em geral, os educandos que responderam a questão “para que serve o mangue?” o identificaram como gerador de renda para os pescadores e comunidades ribeirinhas, através da coleta do caranguejo. Segundo uma educanda de 17 anos, do 9º ano “O mangue é um lugar que algumas pessoas vão lá para pescar caranguejos, é um lugar um pouco seboso, mas é um lugar muito visitado”. Dessa forma, evidenciou-se a vinculação da imagem do mangue com sujeira, lixo, poluição e mau cheiro no processo de percepção dos educandos.

**Tabela 3 - Reside próximo ao rio Potengi.
Pesquisa de campo - 2010.**

ENSINO FUNDAMENTAL II	MORADIA PRÓXIMA AO RIO POTENGI			
	Sim	%	Não	%
6º	19	40,43	2	6,25
7º	14	29,79	15	46,88
8º	7	14,89	9	28,12
9º	7	14,89	6	18,75
Total	47	100,00	39	100,00

**Tabela 4 - O entrevistado conhece o mangue.
Pesquisa de campo - 2010.**

ENSINO FUNDAMENTAL II	CONHECE O MANGUE			
	Sim	%	Não	%
6º	18	30,51	3	15,00
7º	15	25,42	14	70,00
8º	15	25,42	1	5,00
9º	11	18,65	2	10,00
Total	59	100,00	20	100,00

Outro fator que foi ressaltado na pesquisa, está ligado a não percepção dos problemas ambientais existentes no mangue por 51,90% dos educandos entrevistados, que responderam que não existem (4) ou não sabem quais seriam esses problemas (37), conforme tabela 5. Mesmo entre aqueles que responderam que existem problemas ambientais no mangue, poucos foram capazes de mencionar quais seriam. Entre os problemas ambientais lembrados são enfatizados a poluição, o lançamento de esgotos e o lixo nas águas do rio Potengi. Essa situação pode ser explicada a partir da constatação anteriormente apresentada, a saber: uma vez que, no imaginário dos adolescentes entrevistados, o mangue é o lugar de lama e sujeira (“lugar seboso”, como mencionado por uma das entrevistadas), os impactos ambientais negativos não são vistos como tais, mas como parte integrante do meio. Desse modo, faz-se mister uma abordagem sobre o mangue que apresente suas características naturais, bem como os impactos ambientais, detectados em campo, para que seja possível a desconstrução do imaginário dos educandos, como atualmente exposto.

**Tabela 5 - Existem problemas ambientais no mangue
Pesquisa de campo - 2010.**

ENSINO FUNDAMENTAL II	PROBLEMAS AMBIENTAIS NO MANGUE					
	Não existem	%	Não sei	%	Existem	%
6°	-	-	11	29,73	10	26,32
7°	1	25,00	15	40,54	13	34,21
8°	-	-	7	18,92	9	23,68
9°	3	75,00	4	10,81	6	15,79
Total	4	100,00	37	100,00	38	100,00

É relevante destacar que 75,95% dos educandos que participaram da pesquisa, acreditam que o mangue tem importância para o meio ambiente (Tabela 6), apesar de não conseguirem identificar qual seria essa importância. Os dois principais fatores que caracterizam, na visão dos educandos, a importância do mangue para o meio ambiente são: a sua utilização como fonte de renda, devido à coleta de caranguejos; e proteção dos empregos dos pescadores. Desses dois fatores principais, emerge a necessidade de preservar o mangue, nas afirmações 92,40% dos educandos, com a concordância da totali-

dade dos entrevistados do 6º e 9º anos (Tabela 7). Assim, é reconhecida a importância social e econômica do mangue pelos educandos (geração de emprego e renda), mas não a ecológica, acarretando na apreensão segmentada da realidade do ecossistema manguezal, bem como nas possibilidades de preservação deste.

**Tabela 6 - Importância ambiental dos mangues.
Pesquisa de campo - 2010.**

ENSINO FUNDAMENTAL II	IMPORTÂNCIA PARA O MEIO AMBIENTE			
	Sim	%	Não	%
6º	13	21,67	8	42,11
7º	21	35,00	8	42,11
8º	14	23,33	2	10,53
9º	12	20,00	1	5,25
Total	60	100,00	19	100,00

**Tabela 7 - Devemos preservar o mangue.
Pesquisa de campo - 2010.**

ENSINO FUNDAMENTAL II	CONHECE O MANGUE			
	Sim	%	Não	%
6º	21	28,77	-	-
7º	25	34,25	4	66,67
8º	14	19,18	2	33,33
9º	13	17,80	-	-
Total	73	100,00	6	100,00

No que se refere aos fatores de degradação ambiental, tratada em uma questão fechada do questionário, 68,35% (54) dos entrevistados consideram o lançamento de esgotos sem tratamento no rio Potengi como um dos principais agentes degradadores (Tabela 8). Além dos esgotos não tratados, são enfatizados o lançamento de resíduos industriais (32) e a coleta do caranguejo (27). Foi interessante perceber que os educandos, quando levados a responder sobre a existência de problemas ambientais no mangue, em uma questão aberta, pouco se manifestaram. Todavia, quando o mesmo questionamento foi feito com utilização de uma questão fechada, estes educandos apresentaram maior participação. Essa situação tem ligações

com um problema anterior no processo de ensino-aprendizagem, que pode ser detectado em todas as respostas dadas. De fato, existe uma dificuldade em escrever, em colocar no papel as ideias, que remete a problemas no aprendizado básico.

**Tabela 8 - Principais fatores de degradação ambiental dos mangues.
Pesquisa de campo - 2010.**

ENSINO FUNDAMENTAL II	CONHECE O MANGUE													
	P	%	E	%	P.B.	%	Cart	%	R.I.	%	CCa	%	OUTROS	%
6º	4	36,36	7	12,96	5	50,00	2	22,22	6	18,75	9	33,34	1	33,33
7º	2	18,18	23	42,59	3	30,00	2	22,22	16	50,00	10	37,04	1	33,33
8º	2	18,18	13	24,07	1	10,00	3	33,34	4	12,50	4	14,81	1	33,33
9º	3	27,28	11	20,38	1	10,00	2	22,22	6	18,50	4	14,81	-	-
Total	11	100,00	54	100,00	10	100,00	9	100,00	32	100,00	27	100,00	3	100,00

Nota: P - pesca, E - esgotos, P,P - passeio de barco, Cart - carcinicultura, R.I. - resíduos industriais, CCa - coleta de caranguejo, Outros - lixo.

O estudo sobre o mangue em sala de aula foi levantado na pesquisa (Tabelas 9 e 10), sendo que 40,50% (32) dos educandos entrevistados afirmaram já ter realizado estudos sobre o tema em disciplinas como Geografia e Ciências. Apenas 1 estudante afirmou ter estudo sobre mangue fora da sala de aula, tendo aprendido no local de sua moradia. Destaca-se o fato, que 59,50% dos entrevistados afirmarem não ter estudado sobre o tema em sala de aula. Tal fato é revelador das dificuldades de aprendizagem dos entrevistados, tendo em vista que todos os que reponderam positivamente as questões formuladas, afirmaram ter aprendido o conteúdo na própria escola, não havendo justificativa para um número tão acentuado respostas negativas nos mesmos anos do ensino fundamental.

**Tabela 9 - Estudou o mangue em alguma disciplina.
Pesquisa de campo - 2010.**

ENSINO FUNDAMENTAL II	ESTUDOU SOBRE MANGUE			
	Sim	%	Não	%
6°	13	40,62	8	17,02
7°	12	37,50	17	36,17
8°	3	9,38	13	27,66
9°	4	12,50	9	19,15
Total	32	100,00	47	100,00

**Tabela 10 - Estudou a importância e preservação do mangue.
Pesquisa de campo - 2010.**

ENSINO FUNDAMENTAL II	ESTUDOU SOBRE MANGUE			
	Sim	%	Não	%
6°	11	35,48	10	20,83
7°	12	38,72	17	35,42
8°	4	12,90	12	25,00
9°	4	12,90	9	18,75
Total	31	100,00	48	100,00

Diante desse quadro de referência, faz-se mister o desenvolvimento da educação ambiental como um componente essencial da educação nacional, procurando identificar e intervir nos problemas de ensino-aprendizagem da temática ambiental, possibilitando a formação de uma percepção ambiental holística sobre o meio ambiente e, em especial, sobre o mangue, bem como na busca por novas formas de ensinar e avaliar a aprendizagem.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na presente pesquisa, averiguou-se que, apesar de ser protegido por legislação federal, o manguezal é um ecossistema profundamente afetado por intervenções antrópicas. Na área em apreço, segundo os educandos entrevistados, destacam-se: o lançamento de esgotos *in natura* no rio Potengi; a presença de resíduos industriais

que causam a mortandade de peixes, crustáceos e moluscos; e a coleta predatória do caranguejo.

Desse nível de degradação do ecossistema manguezal, emerge a percepção, por parte dos educandos, do mangue como ambiente de sujeira, lixo e odores desagradáveis, vinculando impactos ambientais negativos ao sistema ambiental em foco. Dessa forma, faz-se urgente o trabalho sobre essa percepção ambiental, procurando desmistificar a visão aludida sobre o mangue. Nesse sentido, podem ser desenvolvidos, em sala de aula, debates com a presença dos estudantes, de pessoas que retiram seu sustento do mangue, de pesquisadores das universidades e dos professores, objetivando a formação de uma visão verdadeiramente holística, democrática e participativa sobre o tema.

Durante a pesquisa, averiguou-se que precisa ser dada especial atenção a educação básica, ou seja, devem ser identificadas as falhas do processo de ensino-aprendizagem, como atualmente implementado, visando a real apreensão dos conteúdos, das competências e habilidades, por parte dos estudantes, haja vista que muitos dos entrevistados apresentaram problemas na escrita do português e na interpretação das questões formuladas, bem como nas respostas fornecidas. Nesse sentido, deve ser feito um esforço na melhoria da quantidade e qualidade da leitura e escrita, podendo serem desenvolvidas aulas de reforço.

Podem ser realizadas, no âmbito escolar feiras literárias, promovendo a participação dos estudantes, bem como dos professores na definição de temas e avaliação de trabalhos, gerando um ambiente com condições de desencadeamento de novas ações, como as da temática ambiental.

No que tange aos professores, estes podem aprofundar seus conhecimentos sobre a temática ambiental, bem como devem estar mais preocupados com a qualidade do ensino em sala de aula. Não é possível trabalhar com percepção ambiental desvinculada dos fatores que afetam negativamente no processo de ensino-aprendizagem. Assim, é relevante a participação dos pais na discussão da educação dos jovens estudantes, havendo a necessidade da escola congregar professores, pais e alunos na direção da excelência escolar e na formação de cidadãos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil 1988**. Brasília: BRASIL: 2003.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Glossário de termos técnicos ambientais rodoviários**. Rio de Janeiro: BRASIL, 2006.

BRASIL. Presidência da República. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Legislação Ambiental**. Brasília: BRASIL: 2008.

CHIAVENATO, J. J. **O massacre da natureza**. São Paulo: Moderna, 1989.

CORRÊA, R. L.; ROSENDAHL, Z. (Orgs.). **Introdução à geografia cultural**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Avaliação e perícia ambiental**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

IBGE. **Censo demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

LEONARDI, M. L. A. A educação ambiental como um dos instrumentos de superação da insustentabilidade atual. In: CAVALCANTI, Clóvis (Org.). **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MEDAUAR, O. (Org.). **Constituição Federal**. Coletânea de Legislação Ambiental. 6. ed. rev., ampl e atual. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2007 – RT MiniCódigos.

MENDONÇA, F. **Geografia e meio ambiente**. 7ed. São Paulo: Contexto, 2004.

MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro**. São Paulo: Hucitec; Edusp, 1999.

MORIN, E. **A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 11ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

IFRN
Editora ■■■■

KELVIN BARBOSA DE OLIVEIRA

Mestre e Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Rio grande do Norte. Possui graduação em Ciências Biológicas Licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e graduação em Geociências Licenciatura pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Atualmente é prof. de Educação Básica Técnica e Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Como pesquisador atua principalmente nos seguintes áreas: atividades experimentais no ensino de biologia, poluição aquática e educação ambiental.

MARIA RAIMUNDA MATOS PRADO

Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande Norte. Especialista em Supervisão Escolar pelo Centro Universitário Cândido Mendes-RJ. Graduada em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão e em Pedagogia pela Universidade Estadual do Maranhão. É Técnica em assuntos educacionais no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Em pesquisa, atua principalmente nos seguintes temas: ensino de Ciências Naturais e Matemática, formação de professores de Ciências Naturais e Matemática, currículo, educação ambiental, prática pedagógica e formação de professores.



O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte iniciou em 1985 suas atividades editoriais com a publicação da Revista da ETRN, que a partir de 1999 se transformou na Revista Holos, em formato impresso e, posteriormente, eletrônico. Em 2004, foi criada a Diretoria de Pesquisa que fundou, em 2005, a editora do IFRN. A publicação dos primeiros livros da Instituição foi resultado de pesquisas dos professores para auxiliar os estudantes nas diversas disciplinas e cursos.

Buscando consolidar uma política editorial cuja qualidade é prioridade, a Editora do IFRN, na sua função de difusora do conhecimento já contabiliza várias publica-