

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS PARA A PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: RELATO DE EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Didactic Sequences for Science Literacy: Experience Report with High School Students

Erik Flavio Vinturi [erik.vinturi@gmail.com]

Rodrigo de Oliveira Vecchi [rodrigo_de_vecchi@hotmail.com]

Aline Iglesias [aline.iglesiasni@gmail.com]

Natalia Pirani Ghilardi-Lopes [natalia.lopes@ufabc.edu.br]

Universidade Federal do ABC

Rua Santa Adélia, 166, CEP 09210-170, Bairro Bangu, Santo André, SP, Brasil

RESUMO

As sequências didáticas planejadas e aplicadas pelos licenciandos do PIBID (Programa de Bolsas de Iniciação à Docência), subprojeto Biologia, da Universidade Federal do ABC tinham como objetivo aliar o ensino de ciências por investigação a algumas estratégias didáticas como simulação, jogos e experimentação para promover a alfabetização científica de alunos da educação básica. São relatadas no presente trabalho três sequências didáticas investigativas para o ensino de ciências. De maneira geral, os alunos da escola conseguiram compreender o método científico e foram capazes, a partir das atividades propostas nas regências, de propor hipóteses, sugerir e aplicar métodos para testá-las e analisar os resultados. Dessa forma, conclui-se que as sequências didáticas planejadas e aplicadas no âmbito do PIBID contribuíram não apenas para a formação inicial dos licenciandos em biologia como também promoveram a alfabetização científica dos alunos.

Palavras-chave: alfabetização científica, pluralismo metodológico, PIBID, formação inicial

ABSTRACT

The didactic sequences planned and implemented by students of PIBID (Introduction to Teaching Scholarship Program), Biology subproject, of the Federal University of ABC aimed to combine the teaching of science research with some teaching strategies such as simulation, gaming and experimentation to promote scientific literacy of basic education students. Three teaching sequences for teaching investigative science are reported in this paper. Overall, the school's students were able to understand the scientific method and were able to propose hypotheses, suggest and implement methods to test them and analyze the results. Thus, the didactic sequences planned and implemented under the PIBID contributed not only to the initial training of undergraduates in biology but also promoted the scientific literacy of students and the continuing education and updating of supervising teachers.

Keywords: scientific literacy, methodological pluralism, PIBID, initial teacher training

1. Introdução

O PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência da CAPES) tem como objetivo incentivar a carreira do magistério, utilizando a sala de aula como espaço de observação e regência para proporcionar aos estudantes de graduação de cursos de licenciatura a vivência de situações reais de ensino–aprendizagem. Entre seus objetivos, está o de incentivar

escolas públicas de Educação Básica, mobilizando seus professores como cofomadores dos futuros docentes e tornando-os protagonistas nos processos de formação inicial para o magistério, o que vai de encontro às metas do novo Plano Nacional de Educação (Brasil, 2010). Dentro do programa, o subprojeto de Biologia da Universidade Federal do ABC (2011-2013) visou contribuir nesta passagem do *habitus* estudantil para o *habitus* professoral (M. Silva, 2005) e, ainda, dentro do processo de formação inicial, possibilita aos seus participantes antecipar uma série de desafios e experiências aos quais eles seriam expostos apenas na fase de *iniciação*, ou seja, nos primeiros anos de exercício profissional (Giorgi et al., 2011). Isso ocorre porque os licenciandos são inseridos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, de forma a permitir a articulação entre teoria e prática necessárias à formação dos docentes (M. d. Silva, 2009), com a experimentação, a ação e a reflexão sobre esta ação nos momentos abertos para isso no âmbito do Programa. Entre os objetivos do subprojeto de Biologia, do PIBID – UFABC, procurou-se trabalhar os eixos estruturantes da alfabetização científica, a saber: (1) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; (2) compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e (3) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Sasseron & Carvalho, 2008).

1.1 Referencial Teórico

Os pressupostos da alfabetização científica estão presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais e no Currículo do Estado de São Paulo. Ler e interpretar textos científicos e tecnológicos, entender e aplicar métodos das Ciências Naturais, selecionar e utilizar metodologias científicas adequadas para a resolução de problemas são algumas das habilidades e competências tidas como importantes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998). O Currículo do Estado de São Paulo (São_Paulo, 2010) declara a importância da visão científica para a prática de uma cidadania reflexiva e consciente.

Uma reflexão necessária é em relação à aproximação do aluno da escola com o conteúdo a ser abordado, ou seja, a contextualização dos conteúdos científicos com base nas concepções prévias trazidas por eles. Muitos alunos apresentam dificuldades de entender que a ciência é um construto humano, portanto, mutável e falível (Chassot, 2003). Jenkins (2000) no que chama de “*eliciting student’s ideas*” (provocando as ideias dos alunos), relata que, alguns conceitos científicos da física, como força, energia, potência, gravidade ou massa, por fazerem parte das experiências e linguagem diárias dos alunos, já estão incorporados em suas concepções. Assim, espera-se que os alunos tenham alguma noção ou ideia sobre alguns deles. No entanto, o levantamento de concepções prévias quanto a outros conceitos como íon, radiação eletromagnética, oxidação, energia livre ou equilíbrio químico, que se encontram longe da experiência diária dos alunos já seria mais complicado. No caso da biologia, conceitos ligados à evolução, bioquímica, genética, histologia e botânica são pouco compreendidos pelos alunos durante as aulas (como constatado pelos autores do presente trabalho durante as observações em sala de aula no âmbito das atividades do PIBID). Partindo deste princípio, iniciou-se um trabalho dentro do subprojeto de Biologia da UFABC de planejamento de sequências didáticas a serem aplicadas aos alunos, levando em consideração que o entendimento dos assuntos a serem trabalhados está diretamente relacionado com a pluralidade cultural e diversificada da experiência individual que cada aluno traz para dentro da sala de aula.

Existem diversos métodos e técnicas de ensino utilizados diariamente pelos professores em sala de aula, como aulas expositivas, debates e discussões em grupo, elaboração de projetos,

jogos e simulações, entre outros. A dificuldade está em escolher aquele(s) que atenda(m) à heterogeneidade das salas de aula e motive alunos desinteressados. O fato é que infelizmente não existe um método milagroso capaz de atender a todos. Cabe ao educador a análise de seus alunos e a escolha do método que mais se adequará àquela sala de aula. Determinadas atividades pedem um tipo de ensino, outras, um tipo diferente. A aplicabilidade de cada uma se dá conforme a necessidade de cada turma (Laburú, Arruda, & Nardi, 2003). Nesse contexto de entendimento da turma agrega-se a importância de educadores estarem sempre em busca de uma formação contínua, buscando melhorar suas competências e visando atuações cada vez mais eficazes nas salas de aula, a fim de que seus alunos atinjam os melhores resultados possíveis. A adoção de uma única estratégia de ensino, seja ela qual for, certamente compromete o desempenho de uma parcela de alunos por não respeitar as suas diferenças individuais, quanto a sua maneira de aprender (M. Carvalho, 2005)

Também houve a preocupação do grupo em relação à significância das sequências propostas aos alunos e se elas atingiriam o objetivo esperado. O principal desejo da equipe era que as sequências didáticas fossem intrinsecamente motivadoras, ou seja, que estimulassem a curiosidade dos estudantes e que eles realizassem as atividades pela própria causa, por considerá-la interessante, atraente ou geradora de satisfação (Neves & Boruchovitch, 2004).

Com estas três prioridades como foco (contextualização, pluralismo metodológico visando inclusão e motivação) resolvemos planejar no âmbito do PIBID e dentro de uma proposta colaborativa (Pimenta, 2005) sequências didáticas investigativas que se encaixassem nos conteúdos que estavam sendo trabalhados pela professora supervisora em sala de aula.

As atividades que possuem um caráter investigativo têm como principal objetivo o desenvolvimento da autonomia, do senso crítico e da capacidade de avaliar e resolver problemas. Quando os alunos realizam atividades com essa característica na área de Ciências, eles exploram, interagem e experimentam o mundo natural (A. M. P. Carvalho, 2003).

A criação de ambientes de aprendizagem que estimulem a proposição de atividades de caráter investigativo tem sido foco de pesquisas em ensino de ciências nas últimas décadas, com os objetivos de permitir aos estudantes compreenderem a natureza da investigação científica e a se engajarem neste tipo de atividade. Há um consenso entre os pesquisadores de que além da estrutura conceitual e cognitiva usados quando se raciocina sobre tópicos científicos, é necessário abordar os aspectos epistêmicos e sociais envolvidos quando o conhecimento científico é avaliado e comunicado (Grandy & Duschl, 2007). Nesse sentido, a aprendizagem de conteúdos conceituais é de extrema importância, e só faz sentido quando está aliada às atividades que estimulem a autonomia e a capacidade dos alunos em tomar decisões.

Segundo Carvalho (2003), uma atividade investigativa não pode ser reduzida a uma mera observação ou manipulação de dados – ela deve levar o aluno a refletir, a discutir, a explicar e a relatar seu trabalho aos colegas. Para que isso aconteça, os alunos devem ser envolvidos em um processo investigativo através de uma situação-problema que gerará questionamentos que levarão à elaboração de hipóteses, à análise de evidências, fazendo com que eles cheguem a uma conclusão e comuniquem os resultados aos seus colegas. Nessa perspectiva, a aprendizagem de procedimentos ultrapassa a mera execução de certo tipo de tarefas, tornando-se uma oportunidade para desenvolver novas compreensões, significados e conhecimentos do conteúdo ensinado (Lima & Maués, 2006).

2. Objetivos

O objetivo do presente trabalho é relatar o planejamento, desenvolvimento e aplicação de três sequências didáticas investigativas elaboradas pelos alunos bolsistas do PIBID-Biologia da Universidade Federal do ABC.

3. Metodologia

Os integrantes do subprojeto Biologia do PIBID-UFABC reuniram-se quinzenalmente nas dependências da UFABC para refletir e discutir questões relativas ao ensino de Ciências e Biologia. A partir das discussões e das observações realizadas semanalmente em sala de aula pelos licenciandos, foram planejadas sequências didáticas investigativas em consonância com o planejamento das professoras supervisoras (atuantes nas escolas). Estas sequências foram aplicadas a alunos de Ensino Fundamental e Médio de duas escolas estaduais localizadas em Santo André (SP), ambas participantes do PIBID, no período de 2012 e 2013. Três destas sequências serão relatadas no presente trabalho.

3.1. A Caixa de Pandora e o Método Científico

A regência da Caixa de Pandora foi baseada no texto escrito por Thiago Machado Mello de Souza (Souza, 2008). Originalmente, esta atividade foi proposta com o objetivo de discutir o pensamento científico e como seria o processo de elaboração de um modelo teórico, de criação de hipóteses para explicar um determinado fenômeno observado. Mantivemos a ideia original e a inserimos dentro de uma sequência didática sobre o método científico aplicado à Biologia.

Combinando o lúdico com o aspecto investigativo, a sequência didática “A Caixa de Pandora” tinha como principais objetivos que os alunos compreendessem as etapas do método científico e pudessem aplicá-lo não somente durante os experimentos posteriores que iriam realizar durante o período em que estivessem na escola, mas também na sua vida cotidiana. Além disso, a importância do método científico foi ressaltada durante toda a sequência didática.

3.1.1. Desenvolvimento

Durante a primeira aula da sequência didática foi dado aos alunos um problema que deveria ser analisado com a utilização das etapas do método científico, mesmo os alunos não sabendo, ainda, exatamente o que era esse método. A partir da investigação, esses alunos iam passo a passo tentando resolver o problema dado usando, intuitivamente, as etapas do método.

Inicialmente foi fornecida aos alunos uma história. Nela, foi contado que cientistas encontraram caixas no campo, sendo que algumas estavam fechadas e outras estavam abertas. Sabia-se o conteúdo das abertas, entretanto não havia tecnologia disponível ainda para abrir as fechadas. Ao final da história, a proposta da atividade era que os alunos levantassem hipóteses sobre o que poderia existir no interior das caixas fechadas, sendo que uma delas estava ali na sala de aula. Esperava-se que eles relatassem algo semelhante ao que foi contado na história (hipótese nula) ou não (hipótese alternativa), dando uma breve ideia do que seriam hipóteses nulas e alternativas em Ciência. Em seguida, eles deveriam propor métodos que permitissem o teste da hipótese proposta, uma vez que a caixa não poderia ser aberta (havia apenas uma abertura por onde os alunos conseguiam colocar a mão, mas não era possível visualizar o interior da caixa). Eles se reuniam em grupos e escreviam suas hipóteses e métodos em um papel. A história contada tinha como objetivo desmistificar a visão de que os cientistas descobrem coisas “do

nada” ou “sem embasamento”, mas sim normalmente trabalham com base em conhecimentos previamente produzidos.

O objeto que estava na caixa foi criado pelos bolsistas do PIBID com diversas texturas e cheiros diferentes, para que fosse confundido com objetos conhecidos. Após escrever as hipóteses, cada grupo colocaria em prática algum método proposto para testar essa hipótese. O bolsista responsável iria dizer se o método era ou não viável para fazer o teste da hipótese. Em caso positivo, o grupo poderia fazer o teste, em caso negativo, o grupo deveria voltar ao seu lugar e escrever por qual motivo não poderia testar a hipótese. Com base nas observações feitas, os alunos deveriam descrever o objeto, desenhá-lo e dizer se os métodos que eles utilizaram foram eficazes para realizar essa tarefa.

Na segunda aula, foi explicado o que é o método científico, quais são suas etapas, como cada uma delas ocorre e porque é importante utilizá-lo. Foram feitas analogias entre as etapas da atividade da caixa com as etapas do método científico. Nesse momento houve a participação dos alunos, relacionando o que aconteceu na aula anterior com o que eles entenderam do método.

Na terceira aula os alunos receberam um texto (Anexo A - modificado de Ricklefs, 2009) em linguagem científica (dessa vez, uma “história” real), e, individualmente deveriam reconhecer cada uma das fases do método científico presentes naquele texto. Além disso, eles escreveram sobre a importância do método científico para a Ciência.

3.2. O Jogo das Relações Ecológicas

A atividade foi planejada como uma releitura para o contexto escolar do “Jogo da Sobrevivência” (Soncini & Castilho-Jr., 1988), de forma a fazer com que os alunos se sentissem mais próximos do tema “Relações Ecológicas” e percebessem a dinâmica das populações interpretando-a no jogo. Desta forma foi planejado e desenvolvido, com base no jogo (op.cit.), o jogo de Relações Ecológicas, em que podem ser observadas as seguintes relações: Herbivoria, Competição, Parasitismo e Predatismo.

A atividade tem por objetivo fazer com que os alunos aprendam de forma significativa as relações apresentadas e visualizem a dinâmica das populações de um ecossistema e, indiretamente, compreendam outras relações não contempladas no jogo.

3.2.1. Desenvolvimento

A primeira aula tratou de conceitos básicos relacionados ao tema das relações ecológicas, para que os alunos tivessem uma base (subsúncios ou conceitos prévios segundo Ausubel, Novak, & Hanesian, 1980) com a qual relacionar no momento do jogo. Foram explicadas quais são as principais relações ecológicas, como predatismo, herbivoria, competição e parasitismo.

Após a aula introdutória, a regência foi dividida em duas situações distintas: 1) Apresentação do jogo e da sua dinâmica para os alunos, permitindo a eles obterem um básico conhecimento das regras e de como deveriam agir durante cada rodada, 2) A prática, realizada na parte externa da escola.

O jogo se passa em uma área de Mata Atlântica e gira em torno de uma cadeia alimentar que abrange os seguintes componentes: plantas, roedores, quatis, raposas, onças e parasitas. Nela, os roedores comem as plantas, os quatis comem roedores, as raposas comem roedores e quatis, as onças comem quatis e raposas e os parasitas se juntam a qualquer elemento que julguem ser vantajoso (sem especificidade parasita-hospedeiro).

Antes de o jogo começar, cada aluno recebia uma quantidade inicial de energia (representadas por bolinhas): os roedores iniciavam com 2, os quatis, com 4, as raposas, com 6 e as onças, com 8. O jogo se desenvolve como um pega-pega, em que os alunos correm para pegar as “presas”. Os indivíduos têm como refúgio alguns locais predefinidos pelo professor, e o local onde há as plantas, para o caso dos roedores. Quando um aluno “predava” o outro, “a presa” deveria passar sua energia para o jogador que a “predou”, sempre devolvendo uma bolinha ao juiz, como forma de mostrar que nem toda energia é aproveitada.

Cada rodada durava cerca de 1 minuto, os jogadores voltavam a seus locais de início para a contagem da energia. Os animais perdem bolinhas (energia de manutenção) neste momento: roedores perdiam uma, os quatis, 2, as raposas, 3 e as onças, 4. Após perderem as bolinhas, caso houvesse 2 indivíduos, uma fêmea e um macho, com quantidade de energia maior do que a energia mínima para reprodução (estabelecida no início do jogo), estes se reproduziam e entrava um novo animal na população. Caso houvesse algum indivíduo com apenas 1 bolinha, este morria. A cada rodada, a perda de bolinhas e as possibilidades de reprodução e morte eram acompanhadas diretamente pelos jogadores, com auxílio de um cartaz que explicitava a dinâmica da perda e do ganho de indivíduos nas populações. Os alunos que “morriam” e saíam do jogo poderiam “nascer” como integrante de alguma população em que indivíduos se reproduziram ou nascer como um parasita. O parasita deveria atrapalhar o jogo, se juntando a um animal e roubando metade de suas bolinhas.

Na terceira aula, os alunos responderam individualmente a um questionário composto de seis questões, relacionando o conteúdo visto na primeira aula com o jogo. As questões eram: (i) O que representam as bolinhas no jogo?; (ii) Por que, quando uma animal predava, ele não ficava com todas as bolinhas da presa?; (iii) Durante o jogo, alguma população foi extinta? Em caso afirmativo, o que aconteceu? Em caso negativo, o que você acha que poderia acontecer? Essa situação poderia acontecer em ambiente natural?; (iv) Durante o jogo houve a entrada de parasitas? Se sim, o que aconteceu com os animais parasitados? Se não, o que poderia acontecer?; (v) Quais as relações ecológicas que foram representadas? e (vi) Que diferenças ocorreram nas dinâmicas populacionais durante o jogo.

3.3. Crescimento Vegetal e a Experimentação

A sequência didática tinha como principal objetivo que os alunos compreendessem os principais fatores envolvidos no crescimento vegetal a partir da utilização do método científico, ou seja, gerar hipótese sobre o que aconteceria com os diferentes fatores que seriam apresentados ao decorrer do experimento, anotar assim como analisar o crescimento das plantas sob condições determinadas previamente.

Cada sala foi dividida em nove grupos de aproximadamente quatro alunos cada. Cada grupo, após plantar sementes de alfazema (*Lavandula angustifolia*), tinha como objetivo analisar o crescimento das plantas sob condições pré-determinadas. Para isso, foram orientados a elaborarem hipóteses sobre quais fatores consideram importantes para o crescimento vegetal. Os grupos foram divididos de maneira a variar recursos como água, luz, ou qualidade do solo, como apresentado a seguir:

1. Ambiente fechado (vasos colocados em caixas de acetato transparente);
2. Ambiente aberto (vasos fora da caixa de acetato);
3. Muita água (vasos regados com 10 mL de água, duas vezes por semana);

4. Pouca água (vasos regados com 2 mL de água, duas vezes por semana);
5. Solo: 100% Terra adubada;
6. Solo: 100% Areia;
7. Solo: 50% Terra + 50% areia;
8. Com luz direta do Sol (próximo à janela do laboratório da escola);
9. Sem luz direta do Sol (dentro do armário do laboratório).

Os grupos testaram o fator “água” regando seus vasos com 5 mL de água, duas vezes por semana. Os que não estavam testando o fator “solo” utilizaram uma mistura de terra vegetal, areia e terra com adubo orgânico (retirada de composteira) à proporção 1:1:1. Os que não testaram o fator “luz” deixaram seus vasos em uma bancada do laboratório que recebia luz indireta. O professor levantou junto aos alunos quais os fatores que influenciariam o crescimento vegetal.

Cada grupo recebeu três vasinhos e três plaquinhas brancas nas quais deveriam identificar o grupo, a série e numerar os vasinhos em 01, 02 e 03. Em seguida, receberam argila expandida para colocar no fundo do vaso. Cada grupo colocou o tipo de solo que estava pré-determinado, e fez quatro sulcos no solo de cada vaso, para colocar as sementes. Cada grupo recebeu doze sementes de alfavaca (quatro para cada vaso), para plantarem nos buracos. Após o plantio, eles regaram os vasos, medindo a quantidade de água em uma proveta e levaram os vasos para onde havia luz solar.

Durante duas semanas, os alunos, com a supervisão de um dos licenciandos do PIBID, foram ao laboratório, mediram a altura das plantas, regaram-nas, e contaram o número de folhas presentes e coloração das mesmas. Os alunos iam ao laboratório duas vezes por semana, e os licenciandos do PIBID regavam as plantas uma terceira vez, quando a turma não tinha aula naquele dia. Após duas semanas, foi pedido para que os alunos montassem uma tabela e gráficos correspondentes ao tamanho da planta em relação ao tempo, que foi entregue em um relatório nos moldes científicos. Para isso, foi necessário que os alunos pesquisassem as condições necessárias para a alfavaca crescer, e também tópicos de fisiologia vegetal.

A avaliação se deu por meio da verificação dos relatórios, buscando se os alunos seguiram a ordem pré-elaborada do relatório (introdução, materiais e métodos, resultados e conclusão), desenvolvendo uma introdução relacionada com o problema proposto, se expressaram o método e resultados de forma adequada (apresentando tabelas, gráficos e cronologia), clara e condizente, além de relacionar esses dados obtidos nos resultados com os conhecimentos adquiridos durante a regência e expressar isso em suas conclusões de forma clara e objetiva.

4. Resultados e discussão

4.1. A Caixa de Pandora e o Método Científico

Na primeira aula da sequência, aproximadamente 92% dos alunos atingiram os objetivos almejados: levantamento de hipóteses, proposição e aplicação de métodos (teste de hipótese), resultados (descrição do objeto a partir do método proposto) e conclusão (Figura 01). Na primeira questão levantada pelo regente (Qual a sua hipótese sobre o objeto que está na caixa?), alguns alunos não utilizaram as informações previamente fornecidas na história contada e tentaram adivinhar o que havia na caixa. Na segunda questão (Qual método seu grupo proporia para testar a hipótese levantada?), os principais métodos propostos foram: tirar uma foto, colocar a mão

dentro da caixa e sacudir a caixa. Os métodos empregados por muitos deles fizeram com que corroborassem a hipótese inicial sobre qual objeto estaria dentro da caixa. Finalmente, na terceira questão (Qual conclusão seu grupo obteve?), a maior parte dos grupos entendeu que o método utilizado serviu para corroborar ou descartar a hipótese inicialmente proposta.

Na segunda aula, também foram aplicadas três questões aos alunos. A primeira questão era referente à importância da metodologia científica. Muitos alunos disseram que a metodologia científica é importante, mas não justificavam sua opinião, portanto estas respostas foram consideradas como “incompletas”. A segunda questão perguntava se os conceitos aprendidos na aula tinham alguma relação com a atividade realizada na aula anterior e porquê. Muitos alunos (62%) respondiam que sim e conseguiam estabelecer a relação entre as etapas do método com a atividade realizada na aula anterior, mas muitos (32%) citavam apenas parte do método (ou apenas o levantamento de hipótese ou apenas o método proposto) e estas respostas foram consideradas “incompletas”. Finalmente, a terceira questão perguntava se o método poderia ser aplicado em outras situações. A maioria dos alunos (58%) conseguiu pensar em outras situações nas quais o método científico poderia ser aplicado, mas muitos alunos (39%), apesar de responderem afirmativamente, sentiram dificuldades em explicar quais situações seriam estas (Figura 01).

Na terceira aula, na qual era necessário que os alunos reconhecessem as etapas do método científico presentes no texto fornecido e discorressem sobre a sua importância, 86% dos alunos conseguiram destacar corretamente as etapas, tendo respondido corretamente às questões 01, 02 e 03 (Figura 1). No entanto, na primeira vez que a atividade foi aplicada, no ano de 2012, muitos alunos copiaram as respostas da atividade uns dos outros, pois deixamos que eles fizessem a atividade em casa, o que não permitiu a avaliação do real aprendizado dos alunos. Na segunda vez que foi aplicada, em 2013, os licenciandos passaram a atividade para que os alunos a fizessem em sala de aula.

A atividade foi, provavelmente, o primeiro contato dos alunos com o tema de metodologia científica. A dificuldade dos alunos em trabalhar com abstração, o que é exigido em algumas etapas do método científico, ficou evidente, talvez por ser uma defasagem dos anos anteriores e para isso deve ser dada maior atenção quando se for trabalhar novamente com essa regência, ou com outra que exija deles uma capacidade de elaborar hipóteses.

Como esperado, a atividade apresentou pontos positivos e negativos. Apesar disso, o conteúdo trabalhado possibilitou a compreensão do tema pela grande maioria dos alunos.

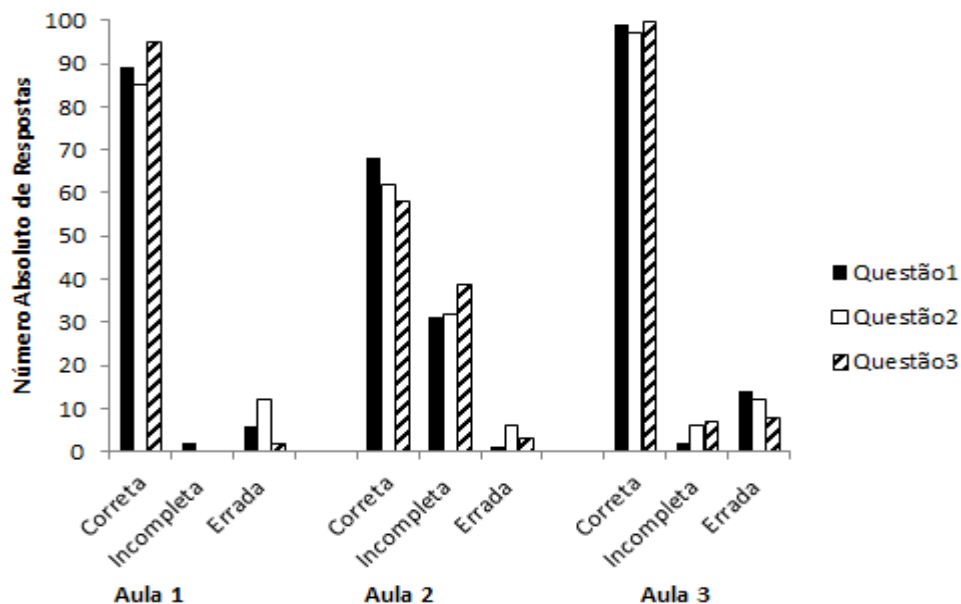


Figura 01. Número absoluto de acertos nas questões nas três aulas da sequência didática “A Caixa de Pandora”. A aula 1 era referente ao levantamento de hipóteses, metodologia proposta e conclusões após o teste da hipótese. A aula 2 era referente ao método científico. A aula 3 era referente à um texto no qual os alunos deveriam destacar hipótese, método e conclusão.

4.2. O Jogo das Relações Ecológicas

O subprojeto de Biologia do PIBID- UFABC considera que os jogos ao ar livre constituam uma estratégia interessante, pois além de possibilitarem uma maior interação entre aluno e professor, podem configurar-se como ferramenta poderosa no processo de difusão da informação científica, possibilitando a apreensão e compreensão das informações, além da interação direta e experiencial do aprendiz com o conhecimento e, finalmente, a extensão de tudo isso para a mudança de comportamentos. Ao jogar, uma pessoa simula e cria realidades, com certas regras, papéis, condições e premissas mutuamente aceitas, podendo se “colocar no lugar de outros” e desenvolver um entendimento emocional do porque outras pessoas agem de determinadas formas. Os jogadores aprendem “fazendo” e “errando” sem consequências negativas para o mundo real, uma vez que certas realidades podem ser simuladas, jogadas, manipuladas e experimentadas e as possíveis consequências podem ser sentidas. Se as consequências forem negativas, aprende-se o que NÃO fazer e podem-se planejar abordagens ou objetivos alternativos. Os jogadores podem ainda compartilhar experiências, desenvolver o espírito colaborativo e utilizar o jogo para o autoconhecimento, entendendo melhor suas atitudes, valores e processos de pensamento, compreendendo e sentindo as limitações e possibilidades de promover mudanças. Além disso, jogos são normalmente divertidos e prazerosos, aumentando o vínculo emocional do jogador com o assunto do jogo. Os jogos sistêmicos constituem uma categoria de jogos que tem o objetivo de mostrar aos jogadores o funcionamento de sistemas complexos. Estes jogos são muito interessantes para o ensino de relações ecológicas, resultante da interação de diversos componentes de sistemas ecológicos. Os jogos sistêmicos permitem ao jogador ver, sentir e experimentar vários aspectos do comportamento do sistema, o que é importante do ponto de vista de transformação da realidade e de “sentir-se parte” de um contexto maior. O jogador pode influenciar o sistema, mas nem sempre é capaz de direcioná-lo da forma

desejada, o que significa que deve tentar entender o funcionamento do sistema e encontrar formas de promover as alterações necessárias, como por exemplo, identificando os pontos cruciais de funcionamento do sistema (Dieleman & Huisingh, 2006; Macedo, Petty, & Passos, 2007).

No caso do jogo proposto pelo PIBID aos alunos, os mesmos já se sentiram inicialmente motivados pelo simples fato de saírem do ambiente fechado da sala de aula. Isso foi corroborado pela observação da ansiedade apresentada por alunos de outras salas em querer participar desta atividade, enquanto observavam o jogo sendo desenvolvido na quadra da escola. O fato de o jogo envolver outra disciplina (Educação Física) também se constituiu em uma oportunidade de diferentes professores trabalharem juntos. A dinâmica do jogo foi inicialmente confusa, mas logo os licenciandos do PIBID conseguiram dar um bom andamento ao jogo e os alunos compreenderam de maneira rápida as regras.

Dos 75 alunos que responderam ao questionário posteriormente ao jogo, 65% responderam corretamente à questão um (O que as bolinhas representavam no jogo?), o que demonstrou que compreenderam o papel das populações que representaram, que as bolinhas representavam energia e as formas de perda de energia na natureza. Aproximadamente 75% responderam de maneira completa às questões dois (Os organismos de cada nível trófico utilizam apenas parte da energia que obtêm para manter em atividades, uma vez que perdem energia na forma de fezes, urinas, calor entre outros. Investigando o jogo das Relações Ecológicas, quais são as outras formas dos organismos perderem energia?) e quatro (A relação de alimentação entre os organismos na natureza constitui o que chamamos de cadeia alimentar. Analisando o jogo das Relações Ecológicas, identifique qual organismo é o produtor primário, qual organismo é o consumidor primário e qual é o consumidor secundário. Você saberia dizer qual organismo teve o papel de “presa” e qual teve o papel de “predador” no jogo?).

Na questão três (Desenhe uma pirâmide de energia com os organismos envolvidos no jogo, colocando na base da pirâmide os organismos do nível trófico com mais energia e no topo os organismos do nível trófico com menos energia.), 46% responderam de maneira incorreta, demonstrando que muitos alunos não conseguiram representar o fluxo de energia entre os níveis tróficos.

Na questão cinco (O que aconteceu com as populações de onças e quatis durante as rodadas do jogo?), 89 % dos alunos responderam corretamente ou de forma incompleta, significando que houve algum entendimento sobre a dinâmica das populações. Com a apresentação dos gráficos de dinâmicas populacionais pela professora, verificamos que os alunos conseguiram relacionar os conteúdos apresentados pela professora de forma expositiva com o jogo proposto.

A partir das respostas aos questionários acima descritos, pode-se concluir que a atividade foi bem sucedida na maioria das turmas havendo uma relação entre a teoria e a prática. Pode-se dizer, neste caso, que a atividade contribuiu para um aprendizado experiencial destes alunos e pode ter ocorrido a interiorização de experiência através da apreensão e uma compreensão através da interpretação, análise e representação simbólica de conceitos (Kolb, 1983). Além disso, o envolvimento emocional dos alunos com a atividade pode ter contribuído para o aprendizado (Ockwell, Whitmarsh, & O'Neill, 2010).

Entretanto, houve salas em que o jogo pareceu ser insignificante, com avaliações muito abaixo da média esperada. A divergência encontrada nestas turmas em relação às demais possivelmente ocorreu devido às seguintes razões: 1) alguma falha no momento da explicação

teórica, antes do jogo, 2) a falta de atenção/interesse dos alunos, ou 3) o tempo de compreensão das regras, por parte dos alunos, e realização da atividade, pois, durante algumas aulas, houve interrupção na sala de aula, impedindo que os alunos dispensassem toda a atenção necessária.

Para as salas que atingiram os objetivos de aprendizado, a atividade se mostrou satisfatória para o entendimento das relações ecológicas e da dinâmica populacional. Entretanto, por ser necessário dispensar 3 aulas para a realização da sequência didática, foi necessária uma mudança em sua aplicação para torná-la mais factível de ser aplicada nas escolas. Assim, o jogo passou por algumas alterações, como a simplificação das relações tróficas (de cinco níveis para três níveis, retirando-se o parasita) e o maior tempo para cada rodada, de forma que os alunos pudessem entender melhor a dinâmica das populações que ocorre durante o jogo (Nascimento et al., 2013).

4.3. Crescimento Vegetal e a Experimentação

Por ser uma sequência didática diferente do que os alunos costumam ter, com o uso do laboratório e uma maior autonomia na realização das atividades, uma vez que eles plantaram, regaram e anotaram os dados durante as duas semanas, os mesmos se sentiram bastante motivados e se empenharam. Atividades diferentes como esta, são muitas vezes trazidas para a sala de aula para motivar o aluno, que se interessa por sair um pouco da rotina tradicional da escola. Os alunos criam expectativas em relação à aprendizagem, e se motivam através disso também (Knappe, 2006).

Na primeira semana, as plantas cresceram rapidamente, especialmente as de ambientes com solo arenoso e as do ambiente escuro. Isso deixou os alunos curiosos. Na segunda semana as plantas morreram. Eles sentiram certo pesar com a morte das plantas. A motivação dos alunos para entender tudo o que se passava com as plantas foi bastante incomum e surpreendeu os licenciandos do PIBID, uma vez que normalmente estes alunos eram passivos e não se envolviam nas atividades propostas. Pode-se notar através de comentários dos alunos, que eles relacionaram seus conhecimentos prévios em fisiologia vegetal com os conhecimentos proporcionados pelo experimento, como por exemplo, em: *“Os vasos estão no escuro, mas a planta está crescendo porque tem uma fresta de luz para ela poder fazer fotossíntese”*.

Dentre as conclusões apresentadas pelos alunos, podemos citar: *“Aprendemos que a germinação é o processo inicial do crescimento de uma planta e que para ela poder realizar seu processo de fotossíntese com seu melhor rendimento, não pode haver, concentração insuficiente de CO₂, temperatura inadequada, sais minerais no solo, fraca luminosidade e insuficiência de água, pois se houver isso a planta pode ser interrompida no seu processo de crescimento e morrer”*. Isso demonstra que os alunos de alguns grupos se empenharam na pesquisa e na relação da mesma com o experimento. Porém, a grande maioria dos alunos escreveu conclusões do tipo: *“Esperávamos que todas as plantas germinassem, que tivessem uma coloração bonita e que as plantas ficassem grandes”*, o que demonstra a dificuldade dos alunos em passar do ensino tradicional para o investigativo (Santana et al., 2013).

5. Conclusão

As sequências didáticas aqui apresentadas não serviram apenas para melhorar a qualidade do ensino-aprendizagem dentro da sala de aula, mas contribuíram, também, para a formação inicial dos licenciandos em Biologia da UFABC, proporcionando espaço para a avaliação de diferentes metodologias de ensino e diferentes abordagens práticas, contando com o auxílio e experiência dos professores supervisores. Dentro da sala de aula foi possível observar a

interação do professor com os alunos, além de colocar em prática o que é aprendido na Universidade, no curso de licenciatura. A interação em sala de aula e com outros profissionais são elementos estruturantes da prática docente, sendo que professores iniciantes atribuem novos significados a sua formação teórico-acadêmica ao estarem em contato com a sala de aula real em pleno exercício do ofício, atuando como professor (M. d. Silva, 2009), ou seja, a sala de aula é o local mais expressivo para a formação docente, onde verdadeiramente o aluno aprende a ensinar e a tornar-se professor de fato (Tardif, 2002).

Pode-se verificar, a partir dos resultados obtidos com as sequências didáticas, a existência de uma melhora do aprendizado dos alunos, principalmente nos termos da alfabetização científica. Com as atividades propostas, os alunos puderam compreender um pouco mais sobre os processos biológicos, o universo científico e como ele opera. Como os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998) sugerem, a alfabetização científica também faz parte da formação cidadã dos alunos, pois os torna mais conscientes do seu papel na sociedade e permite que eles entendam que suas decisões e ações influenciam a sociedade de maneira global.

No ano de 2012 os licenciandos do PIBID apresentaram a atividade da Caixa de Pandora no IV Encontro Nacional de Ensino de Biologia (IV ENEBIO) (Vinturi et al., 2012). Em 2013, os resultados do jogo das relações ecológicas e da experimentação com crescimento vegetal foram apresentados no III Simpósio do PIBID UFABC (Nascimento et al., 2013; Santana et al., 2013)

De um modo geral, o PIBID permitiu a ampliação das possibilidades formativas dos bolsistas, aumentando a “bagagem” que cada um levará para o exercício profissional no Ensino Básico.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) através do PIBID.

7. Referências Bibliográficas

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional* (2 ed ed.). Rio de Janeiro: Editora Interamericana.

Brasil. (1998). *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF.

Brasil. (2010). *Projeto de Lei. Aprova o Plano Nacional de Educação para o decênio 2011-2020, e dá outras providências*. Brasília: MEC.

Carvalho, A. M. P. (2003). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Thompson Pioneira.

Carvalho, M. (2005). Construtivismo, pluralismo metodológico e formação de professores para o ensino de ciências naturais. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, 26(2), 83-94.

Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, 22, 89-100.

Dieleman, H., & Huisingh, D. (2006). Games by which to learn and teach about sustainable development: exploring the relevance of games and experiential learning for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 14, 837-847.

- Giorgi, C. A. G. D., Morelatti, M. R. M., Fürkotter, M., Mendonça, N. C. G. d., Lima, V. M. M., & Leite, Y. U. F. (Eds.). (2011). *Necessidades formativas de professores de redes municipais: contribuição para a formação de professores crítico-reflexivos*. São Paulo: Cultura Acadêmica.
- Grandy, R., & Duschl, R. A. (2007). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: analysis of a conference. *Science & Education*, 16, 141-166.
- Jenkins, E. W. (2000). Constructivism in school science education: powerful model or the most dangerous intellectual tendency? . *Science & Education*, 9, 599-610.
- Knuppe, L. (2006). Motivação e desmotivação: desafio para as professoras do Ensino Fundamental. *Educar*, 27, 277-290.
- Kolb, D. (1983). *Experiential learning, experiences as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Laburú, C. E., Arruda, S. M., & Nardi, R. (2003). Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, 9(2), 247-260.
- Lima, M. E. C. C., & Maués, E. (2006). Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. *Ensaio*, 8(2), 161-175.
- Macedo, L. d., Petty, A. L. S., & Passos, N. C. (Eds.). (2007). *Aprender com Jogos e Situações-Problema*. Porto Alegre: Artmed.
- Nascimento, A. P., Miranda, A. S., Nicoletti, A. I., Vecchi, R. O., Souza, R. C., & Ghilardi-Lopes, N. P. (2013). *Ensino por investigação com a utilização de jogo: um estudo de caso com o tema "relações ecológicas"*. Paper presented at the III Simpósio do PIBID-UFABC, Santo André,.
- Neves, E. R. C., & Boruchovitch, E. (2004). A Motivação de Alunos no Contexto da Progressão Continuada. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 20(1), 077-085.
- Ockwell, D., Whitmarsh, L., & O'Neill, S. (2010). Behavioural insights: motivating individual emissions cuts through communication. In C. Lever-Tracey (Ed.), *Routledge Handbook of Climate Change and Society* (pp. 341-350). London: Routledge.
- Pimenta, S. G. (2005). Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação docente. *Educação e Pesquisa*, 31(3), 521-539.
- Ricklefs, R. E. (2009). *A economia da natureza* (5ed ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Santana, C. M. B., Vecchi, R. O., Nicoletti, A. I., Vinturi, E., Vieira-Antoniassi, P., & Ghilardi-Lopes, N. P. (2013). *Ensino por investigação aplicado à fisiologia vegetal: estudo do crescimento de alfazema (Lavandula angustifolia) por alunos da E.E. Amral Wagner*. Paper presented at the III Simpósio do PIBID/UFABC, Santo André.
- São_Paulo. (2010). *Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias*. São Paulo: SEE.
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. d. (2008). Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 333-352.
- Silva, M. (2005). O habitus professoral: o objeto dos estudos sobre o ato de ensinar na sala de aula. *Revista Brasileira de Educação*, 29, 152-163,.

Silva, M. d. (Ed.). (2009). *Complexidade da formação de professores: saberes teóricos e saberes práticos*. São Paulo: Cultura Acadêmica.

Soncini, M. I., & Castilho-Jr., M. (Eds.). (1988). *Biologia*. São Paulo: MEC - Secretaria de Ensino de 2º Grau.

Souza, T. M. M. (2008, 13/06/2012). Caixa de Pandora. *Banco Internacional de Objetos Educacionais do MEC*. from <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/2075>

Tardif, M. (2002). *Saberes Docentes e Formação Profissional* (3 ed.). Petrópolis: Vozes.

Vinturi, E., Melo, S. S., Abrahão, A. L., Vitorino, D., Vecchi, R. O., Petagna, M., . . . Ghilardi-Lopes, N. P. (2012). Ensino por meio da investigação científica: sequência didática 'a caixa de pandora' aplicada por alunos do PIBID-Biologia da UFABC na E.E. Amaral Wagner (Santo André - SP). *Revista da SBEnBio*, 5, 1-8.

Anexo A – Texto com linguagem científica (modificado de Ricklefs, 2009), fornecido aos alunos na terceira atividade da sequência didática “A Caixa de Pandora”, no qual eles deveriam identificar as etapas do método científico.

Ecólogos no campo – A importância do Método Científico

Nome: nº: série:

Agora coloque em prática o que você aprendeu! Defina, a partir da leitura do texto, qual a observação do cientista, a pergunta, suas hipóteses, a experimentação, os resultados e a conclusão a que ele chegou. Escreva também a importância do método científico para esse caso científico real.

A complexidade das relações de alimentação na zona rochosa entre-marés

A relação entre organização de teia alimentar e a diversidade de espécies em uma comunidade biológica foi primeiramente demonstrada num estudo influente de Robert T. Paine, da Universidade de Washington, em 1966. Ele estudou a teia alimentar de uma comunidade da região entremarés do costão rochoso na costa de Washington, que apresentava uma estrela-do-mar predadora, do gênero *Pisaster*.

Paine, a partir de outros estudos que indicavam que os predadores tem um papel importante na estruturação das comunidades biológicas, sugeriu que essas estrelas-do-mar predadoras poderiam ter influência controladora na diversidade dos níveis tróficos inferiores. Para testar esta hipótese, ele conduziu experimentos em áreas de estudo na costa de Washington.

Paine removeu as estrelas-do-mar predadoras de uma área de 8 metros de comprimento por 2 metros de extensão vertical. Em outra área com estas mesmas dimensões e adjacente a esta primeira área, Paine deixou as estrelas-do-mar intactas.

Nas áreas em que ele retirou as estrelas-do-mar, o mexilhão (gênero *Mytilus*), que é o principal alimento da estrela-do-mar, espalhou-se rapidamente, expulsando outros organismos para fora das áreas experimentais e reduzindo a diversidade e a complexidade das teias alimentares locais. O número de espécies nestas áreas experimentais caiu de 15 para 8 espécies.

Nas áreas em que as estrelas-do-mar foram mantidas o número de espécies manteve-se em 15 espécies.

Com isso, Paine conclui que as estrelas-do-mar tinham um importante papel na regulação do número de espécies de uma comunidade de costão rochoso, porque ao se alimentarem dos mexilhões, elas deixavam espaços abertos para outras espécies ocuparem. Quando as estrelas-do-mar foram retiradas, os mexilhões cresceram rapidamente e não deixaram outros organismos se fixarem no ambiente (veja a Figura 1).



Figura 1 – Experimento de Paine. A) Com as estrelas-do-mar (*Pisaster*) presentes, a comunidade apresentou 15 espécies diferentes; B) Com a retirada das estrelas-do-mar, houve o crescimento do mexilhão (*Mytilus*) e o número de espécies da comunidade caiu para 8.

Bibliografia:

Ricklefs, R.E., 2009. *A Economia da Natureza*. 5ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 503p.