

**Extracción de ácido desoxirribunocleico-ADN: una actividad que emite luz, pero también proyecta sombras**  
**DNA Extraction: An Experimental Activity that Produces Light but also Casts Shadows**

*Regiani Magalhães Yamazaki, João Vicente Alfaya dos Santos, Geovana Mulinari Stuani y Sérgio Choiti Yamazaki*  
*Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC*  
*regianibio@gmail.com*

*Recibido 31/07/2013 – Aceptado 16/04/2014*

## **Resumo**

Este artigo tem o objetivo de realizar uma discussão crítica voltada ao papel da atividade experimental na disciplina de biologia lecionada no ensino médio, abordando os possíveis erros que esta atividade pode possibilitar ao estudante quanto à construção do conhecimento científico. Esta pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública localizada na cidade de Dourados do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. O objeto de análise foram os relatórios produzidos pelos estudantes do Ensino Médio após uma atividade experimental. Os dados foram analisados segundo a teoria de Gaston Bachelard. Concluímos que as atividades experimentais podem induzir os alunos a compreensões empíricas relacionadas à construção do conhecimento.

**Palavras chaves:** Atividade experimental, Educação em biologia, Gaston Bachelard, Molécula de DNA.

## **Abstract**

This article aims to make a critical discussion focused on the role of an experimental activity in the discipline of biology taught at High School level. It addresses the possible errors inherited in this activity that might be transferred to the students'scientific knowledge construction. This inquiry was done at a public school located in the city of Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. The reports produced by students at High School were analyzed after an experimental activity. Data were analyzed according to Gaston Bachelard's theory. We conclude that the experimental activities can encourage students to obtain empirical understandings related to their knowledge construction.

**Keywords:** Experimental Activity, Education in Biology, Gaston Bachelard, DNA Molecule.

## Resumen

Las actividades experimentales como forma de enseñanza de las Ciencias en general y de la Biología en particular constituyen hoy en día una de las metodologías de enseñanza más importantes en Brasil. A lo largo del presente artículo se lleva a cabo un análisis y reflexión sobre una de las actividades prácticas más utilizadas tanto en sus escuelas públicas como privadas: la extracción de moléculas de ADN de vegetales. La descripción y explicación de ésta práctica está muy presente en páginas web educativas y libros didácticos para profesores de Ciencias Biológicas. Comprendemos que la actividad experimental desarrollada en las clases de Biología puede ayudar en el desarrollo de aspectos positivos de la enseñanza, como la curiosidad, la motivación y la construcción de conceptos, pero también existe la posibilidad de que dichos experimentos influyan en la formación –por parte de los alumnos– de imágenes distorsionadas de la construcción del conocimiento científico.

El objetivo de este trabajo es llevar a cabo una revisión crítica sobre el papel que pueden jugar las actividades experimentales –concretamente las realizadas en la asignatura de Biología que se ofrece en los cursos de enseñanza media– en la construcción por parte del alumno de su concepción de construcción del conocimiento científico. Para ello, se lleva a cabo una descripción y análisis de la actividad práctica “Extracción de la molécula de ADN” y se señalan los errores que una actividad experimental como ésta puede producir en el estudiante de enseñanza media en torno a la imagen de construcción del conocimiento científico.

Por medio de esta actividad experimental, hemos percibido que los estudiantes tienden a comprender, de manera distorsionada, el proceso de construcción de la ciencia al favorecerse la elaboración de imágenes que implican una visión empirista y dogmática.

Las discusiones que se presentan en este artículo tienen su origen en una investigación desarrollada en una escuela pública del Estado de Mato Grosso do Sul, con 33 alumnos del primer año de la Enseñanza Media. La actividad experimental fue realizada en el Laboratorio de Ciencias de la propia institución escolar. Los análisis se llevaron a cabo sobre los relatos producidos por los mismos estudiantes al final de la actividad experimental. En estos relatos estaban contenidas sus concepciones de ADN construidas a partir de dicha actividad. El análisis de los resultados se realizó teniendo como base los fundamentos epistemológicos de Gaston Bachelard, quien apunta en su obra la necesidad de discutir y reflexionar sobre el papel de la actividad experimental y la forma en la que ésta contribuye en el desarrollo de un abordaje crítico y reflexivo del proceso científico.

Se comprende que la experimentación es fundamental para el proceso de enseñanza y aprendizaje de los conceptos de Biología, ya que tiene el potencial de involucrar y motivar al alumno. Ahora bien, nos preocupa el aspecto mágico y encantador que parece rodear la actividad experimental y cómo ello puede generar en los estudiantes comprensiones distorsionadas de los conceptos involucrados. Hemos observado en ese sentido que la experiencia desarrollada presentó aspectos negativos importantes, ya que encontramos en los relatos descripciones erróneas elementales relativas a la molécula ADN. Por ejemplo,

de los ocho (8) relatos analizados, seis (6) describen que el ADN presenta coloración.

Asimismo, hemos podido observar que en las actividades experimentales es común que los estudiantes asocien sus concepciones personales con los fenómenos observados, de tal manera que al final tienden a ver que el papel del investigador consiste únicamente en el descubrimiento y descripción de dichos fenómenos. De esta manera, la actividad experimental puede contribuir en la comprensión empirista y dogmática de la actividad científica. En ese sentido, los relatos producidos se apoyan en la observación pura e ingenua para explicar equivocadamente la composición del ADN.

Hemos llamado la atención en este trabajo sobre la necesidad de que los profesores de Ciencias Biológicas se mantengan atentos a las comprensiones construidas por los estudiantes a partir de las actividades experimentales, con el fin de que esta práctica no sea solamente una actividad lúdica y motivadora, sino instructiva. Por todo ello, se hace necesario aliar la actividad experimental a la fundamentación teórica, histórica y epistemológica del conocimiento a ser abordado, buscando siempre dialogar con las comprensiones previas de los estudiantes. Todo ello con el fin de evitar distorsiones en la elaboración de los conceptos y de la imagen de construcción del conocimiento científico.

**Palabras clave:** Actividades experimentales, Educación en biología, Gaston Bachelard, Molécula ADN.

## **Extração DNA: uma atividade experimental que ao lançar luz, também produz sombras**

### **INTRODUÇÃO**

Há alguns anos o ensino e a aprendizagem de ciências por meio de atividades experimentais ganhou espaço e importância no Brasil em razão da retomada de projetos nacionais que tem proposto a revitalização da educação em ciências (Gomes, Borges e Justi, 2008). Nas áreas das ciências naturais, as atividades experimentais têm se constituído como uma prática de ensino importante para construção do conhecimento científico. Giordan (1999) descreve que para o professor de ciências, as atividades experimentais é um forte instrumento para despertar o interesse à aprendizagem de ciências, uma vez que esta atividade apresenta o caráter motivador e lúdico. Krasilchik (2005) discorre que aulas de laboratório têm um lugar insubstituível no ensino da Biologia, pois esta atividade permite que os alunos tenham contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando os organismos.

Diante do papel que a atividade experimental apresenta ao processo de ensino e aprendizagem de Ciências e Biologia, Medeiros e Bezerra (2000) apontam para a necessidade de uma reflexão quanto à realização de experimentos em sala de aula, pois muitos professores acreditam que a atividade experimental tem o caráter revelador da

ciência. Esta compreensão distorcida, pode contribuir para que o estudante compreenda a construção do conhecimento científico como sendo dogmática e empirista. Essa visão deformada sobre o empreendimento científico (Gil-Pérez, *et al.* 2000) pode ser sustentada pela ilusão que as observações, supostamente seguras, sustentam a objetividade da produção e do fazer científico. Sobre essa questão, French (2009) afirma que:

A observação não é uma operação meramente passiva, mas sim um engajamento ativo com o mundo. A maioria, se não a totalidade, das observações na ciência são feitas via experimentos, e experimentos envolvem não só um representar passivo do mundo (French, 2009, p. 78).

Compreendemos que as atividades experimentais no processo de ensino e aprendizagem na Biologia é uma prática que possivelmente coloca o aluno num processo de investigação podendo proporcionar a elaboração de hipóteses; porém, também compartilhamos com Medeiros e Bezerra (2000) que estas atividades também podem auxiliar o estudante a construir uma imagem distorcida da construção do conhecimento científico.

O uso de atividades práticas nas disciplinas de biologia sem uma discussão histórica e epistemológica relacionadas ao processo construção do conhecimento, tem se constituído como um problema por possibilitar compreensões, por parte dos professores e alunos, de que a experimentação e a única fonte de conhecimento.

Assim, o objetivo deste trabalho, diante das complicações acima expostas, é realizar uma discussão crítica voltada ao papel da atividade experimental na disciplina de biologia lecionada no ensino médio, através de um relato de experiência, oriundo de uma atividade prática denominada - Extração da molécula de DNA – ácido desoxirribonucléico -, abordando os erros que uma atividade experimental pode possibilitar ao estudante do ensino médio referente à construção do conhecimento científico.

## **ASPECTOS TEÓRICOS - DA EXPERIMENTAÇÃO CIENTÍFICA AO ENSINO POR ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM BIOLOGIA**

Antes de apresentarmos os aspectos metodológicos, faz-se necessário estabelecer alguns aspectos teóricos que norteiam a investigação. Começaremos por expor a distinção entre experiência e experimentação, assim como a atividade experimental em sala de aula.

Um das formas pelas quais, normalmente, se diferencia o conhecimento do chamado senso comum ou espontâneo do conhecimento de natureza científica, é feito através da distinção entre os termos experiência e experimentação, os quais, segundo Alves-Filho (2000) "*determina procedimentos de maior ou menor grau de liberdade, com o controle das interações e do objeto de seu conhecimento*" (p. 150). Enquanto a experiência está ligada ao cotidiano, ao fazer livre e menos descompromissado do ser humano com o seu entorno, correspondendo, portanto, àquilo que Saviani (2008) chamou de visão sincrética da realidade, a experimentação, por sua vez, "*é um fazer elaborado, construído, negociado*

*historicamente, que possibilita através de processos internos próprios estabelecer 'verdades científicas'.*" (Alves-Filho, 2000, p. 150). Ou seja, a experimentação, está ligada mais ao homem investigador, que busca organizar os pensamentos de forma a construir possibilidades de melhor interpretar os fenômenos relacionados ao seu meio socioambiental, procura aproximar, cada vez mais e através de análises, a uma visão sintética da realidade.

Necessário ressaltar, igualmente, que a experimentação cumpre, também, papel fundamental para a consolidação da chamada ciência moderna (Japiassu, 1985; Abrantes, 1998), pois a responsabilidade de entender a natureza passaria das mãos de filósofos e teólogos para os partidários de certo tipo de filosofia natural, "*concebida como a investigação dos fenômenos naturais através do uso da matemática e da experimentação*" (Videira, 2004, p.124). Portanto, quando um professor de Ciências Naturais lança mão de atividades experimentais, está, em certa medida e com a devida contextualização, retomando historicamente o fazer do homem sobre a natureza na busca de entendê-la. Está, pois, historicizando a sua aula.

Retomando o foco para o ensino e o uso das atividades experimentais em sala de aula, conforme Marandino, Selles e Ferreira (2009), o currículo nacional passou a dar maior visibilidade para o ensino experimental a partir dos anos 1930, juntamente com um processo amplo de modernização do país, como forma de ensino ativo, influenciado, em grande parte, pelo movimento escolanovista. Essas autoras reforçam, também, fazer a necessária distinção entre método didático de experimentação, aquele utilizado no contexto de ensino em âmbito escolar, dos métodos de produção do conhecimento científico, associados ao fazer do cientista, com uma epistemologia distinta do contexto anterior. Embora sejam exercidos em contextos distintos e com finalidades diferenciadas, ambas as práticas guardam similaridades, pois:

A experimentação escolar resulta de processos de transformação de conteúdos e de procedimentos científicos para atender finalidade de ensino. Esses processos de produção curricular guardam semelhanças com o contexto científico, mas assumem configurações muito próprias; afinal, não são experiências científicas *stricto sensu* ou "autênticas", embora não sejam atividades didáticas desprovidas de certo caráter científico. [...] Afinal, entendê-las em sua especificidades também uma forma de questionar a recorrência das dificuldades de incorporá-las às tradições de ensino dessas disciplinas [Ciências e Biologia] no Brasil." (Marandino, Selles e Ferreira, 2009, p. 103-104)

Assim, os experimentos didáticos, em especial aos das aulas de Biologia, procuram atender habilidades próprias da disciplina, que, segundo Bizzo (2012), devem proporcionar ao aluno a capacidade de reconhecer e delimitar problemas, identificar variáveis, elaborar hipóteses, projetar e realizar experimentos, coletar os dados e confrontá-los com as hipóteses levantadas inicialmente, assim como comunicar os resultados e confrontá-los com outros. A esse conjunto de habilidades e ações, Bizzo (2012) chamou de "*ciclo empírico completo*" (p. 93).

Tendo ciência de que as tipologias dos diferentes tipos de experimentos didáticos é uma discussão ampla e que este não é ponto fulcral do presente trabalho, apresentaremos uma categorização, simples, porém apropriada, para nosso estudo dos tipos de experimentos. Levando em consideração as características próprias da disciplina escolar Biologia, Bizzo (2012) propõe três tipos de experimentos, a saber: experimentos motivacionais, de observação e controlados. Os experimentos motivacionais têm o papel de estimular os alunos a estreitar o contato com a área de estudo em questão, evidenciando elementos centrais a serem abordados, como conceitos, atitudes ou procedimentos. Os experimentos de observação, por sua vez, não buscam controlar variáveis, mas tão somente proporcionar acesso visual a determinado fenômeno. A observação em lâminas de microscópio, por exemplo. E, no caso da Biologia, tais experimentos são importantes, pois foram de caráter fundamental na constituição histórica da Biologia como campo científico. Conforme Théodoridès (1984), enquanto disciplinas científicas como a Física, nos séculos XVII e XVIII, desenvolviam teorias baseadas numa matematização já refinada, as teorias e os experimentos em Biologia, na referida época, constituíam, em sua grande parte, de observações e descrições. O terceiro tipo, o experimento controlado, permite que os alunos comparem os resultados entre si, com uma amostra em que determinada variável foi alterada e outra que se manteve inalterada, ou seja, serviu de controle.

Feitos estes comentários iniciais que, sabemos, não pretendem esgotar a discussão sobre as atividades experimentais em sala de aula, mas sim fornecer um panorama acerca da questão, passaremos, a seguir, à metodologia empregada no presente trabalho.

## **METODOLOGIA (DESENVOLVIMENTO DA EXPERIÊNCIA)**

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública do Estado de Mato Grosso do Sul, com uma turma do terceiro ano do Ensino Médio, constituída por 33 estudantes com idades entre 16 a 19 anos. A atividade experimental foi realizada no laboratório de ciências da própria instituição escolar. Os alunos se organizaram em 7 grupos de quatro e 1 grupo de cinco estudantes. Cada grupo recebeu um kit (uma cebola; um morango; uma faca, uma colher, um frasco com detergente, sal de cozinha, álcool gelado, filtro de café; bastão fino de madeira) e um roteiro didático para realização da atividade experimental denominada Extração da molécula de DNA de células vegetais. O roteiro didático para extração de DNA foi adaptado de Dessen e Oyakawa (s/d).

Após o término da atividade os estudantes receberam instruções para elaboração do relatório de pesquisa constituído de: introdução, objetivo, materiais, metodologia, resultado, discussão, conclusão e bibliografia. Para esta pesquisa, analisamos 8 relatórios, denominados pelas siglas R1, R2, R3 ... R8. Recortamos para análise, trechos que compuseram as categorias: discussão e conclusão do relatório.

A análise dos resultados ocorreu tendo como base os fundamentos epistemológicos de Gaston Bachelard (1996), uma vez que sua obra aponta para necessidade de se discutir

e refletir sobre o papel da atividade experimental, no sentido de que ela contribua com o desenvolvimento de uma abordagem crítica e reflexiva do processo científico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises dos 8 relatórios produzidos pelos estudantes, identificamos que em 6 relatórios as atividades experimentais não auxiliaram para compreensão das características da molécula de DNA, pois os estudantes atribuíram ao fenômeno observado, DNA extraído dos vegetais, características como o aspecto de cor à molécula.

As justificativas permeavam na observação direta do extrato de DNA no tubo de ensaio. Alguns registros indicavam que a molécula de DNA da cebola era diferente da molécula de DNA do morango, pois a primeira era branca e a segunda era rosa.

Este registro, adotamos como sendo um erro, e possivelmente um elemento significativo para se constituir em um obstáculo epistemológico uma vez que, a atividade experimental possibilitou aos estudantes uma compreensão equivocada da molécula de DNA. Uma destas compreensões problemáticas foi atribuição de coloração à molécula.

Apresentamos as figuras onde a primeira, demonstra a extração da molécula de DNA da cebola, enquanto a figura 2 o resultado da extração da molécula de DNA do morango.

Abaixo exibimos alguns trechos retirados dos relatórios, onde a observação é apontada como elemento indutivo para caracterizar a molécula de DNA.

R2: O DNA da cebola é diferente do DNA do morango porque a *gente viu que eles têm cores diferentes*.

R3: *Concluimos* que a cebola tem provavelmente a cor que apresenta porque o seu DNA é branco, então a cebola é branca também. Enquanto o morango, que não é branco é vermelho, então seu DNA também é vermelho só que vermelho claro.

R4: O que *nós vimos no laboratório* foi que diferentes vegetais têm diferentes colorações, a cor do vegetal puxa para a cor do seu DNA, por isso concluimos que a cor do DNA da cebola é branco e de todos os outros vegetais brancos como o da banana por exemplo. Os vegetais coloridos têm DNA de cor. Morango tem DNA vermelho claro, então o tomate e a beterraba também devem ter DNA colorido.

R6: Nós sabemos que todos os vegetais, animais e fungos têm cada um seu DNA. Não é porque as capivaras são da mesma espécie que elas têm DNA igual, meu DNA não é o mesmo das minhas irmãs. Então pensamos em escrever que o DNA da cebola é sim diferente do DNA das outras cebolas e que o DNA do morango é também diferente do DNA dos outros morangos, mas entre o DNA da

cebola e o DNA do morango as diferenças são maiores. *No laboratório a gente pode ver* que uma das diferenças está na coloração do DNA que é sutil, o DNA da cebola é branco, já do morango é meio rosinha, da carambola deve ser meio amarelinho e assim sucessivamente.

R7: Em relação à molécula de DNA *vimos que* de um vegetal para outro pode ter diferentes pigmentações.

R8: A cebola tem mais DNA do que o morango, o DNA do morango é ralinho, da cebola é robusto. Outra diferença é a pigmentação dos vegetais, a cebola não tem pigmentação e o seu DNA também não tem e é transparente, *a gente viu branco*, mas a professora falou que foi por causa do sal de cozinha que nós colocamos na mistura quando picamos a cebola. O DNA do morango é transparente também, mas ele tem pigmentos, o que não sabemos ao certo se é rosa ou vermelho claro, esta é uma das diferenças entre os DNA dos vegetais dos experimentos feito no laboratório de ciências.

Identificamos de modo geral nos seis relatórios analisados, uma compreensão problemática quanto à composição do DNA e também quanto à relação que se faz entre “tipo” de DNA e “tipo” de organismo. Segundo os autores Witzig *et al.* (2013) e Rabello *et al.* (2012), Pedrancini *et al.* (2007) revelam em suas pesquisas algumas distorções na compreensão deste conceito que vai desde sua natureza química, localização até a sua função em nosso organismo. Os autores inferem que os estudantes apresentam concepções alternativas sobre a estrutura e função da molécula de DNA, e que as metodologias de ensino devem se atentar a este fato, a fim de problematizá-las e buscando a sua superação.

Avaliamos que atividade experimental, que foi desenvolvida com o propósito de possibilitar ao aluno a compreensão da estrutura do DNA e a viabilidade da extração da molécula a fim de demonstrar sua materialidade, apresentou um papel negativo para compreensão da sua estrutura molecular, pois os argumentos presentes no relatório se constituíram de distorções quanto às explicações atribuídas a constituição molecular do DNA, atribuindo-lhes formatos e cores.

Quanto as armadilhas de uma atividade experimental, Bachelard (1996) aponta para necessidade de se discutir e refletir sobre o papel da experiência para que esta se torne um elemento crítico e reflexivo das experiências. Para Bachelard (1996):

(...) a primeira experiência ou, para ser mais exato, a observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. (...) essa observação primeira se apresenta repleta de imagens; é pitoresca, concreta, natural, fácil. Basta descrevê-la para se ficar encantado. (Bachelard, 1996, p. 25)



Os relatórios R2, R4, R6, R7, R8 se apoiam na visão, na observação pura e ingênua para explicar equivocadamente que o DNA pode ou não ter uma pigmentação. Segundo Chalmers (1983) esta explicação empirista ocorre porque a observação é compreendida como tendo uma relação direta com as explicações científicas. A compreensão de que a base do conhecimento científico é fornecida pelas observações feitas por um observador imparcial parece ser uma compreensão disseminada entre os estudantes.

Assim, torna-se pertinente ao professor, diante das possíveis pré-concepções que possam emergir ao longo da atividade experimental problematizar através da história da ciência, os caminhos que possibilitam a construção do conceito da molécula de DNA.

Nas atividades experimentais é comum os estudantes associarem a concepção de que as teorias são baseadas nas observações dos fenômenos, ou seja, o papel do pesquisador é somente descobri-la e descrever o que observou como realmente é. Tal posição é chamada por Hessen (2003) de realismo ingênuo, pois:

[...] não distingue a percepção, que é um conteúdo da consciência, do objeto percebido. Como identifica os conteúdos de consciência aos objetos, acaba atribuindo aos objetos todas as propriedades que estão presentes nos conteúdos. As coisas são, para ele [para o realista ingênuo], exatamente como as percebemos (Hessen, 2003, p.74).

Com base nessa visão, estudantes e professores podem esquecer-se do papel dos modelos na construção do conhecimento científico. Dada a complexidade em que muitas das teorias científicas se assentam, elas necessitam passar por um estágio intermediário a fim de poder explicar as observações experimentais. Para isso "os cientistas não deduzem simplesmente consequências experimentais/observacionais; eles constroem modelos que 'medeiam' entre as teorias e as observações" (French, 2009, p. 83). Neste sentido, Delizoicov, Angotti e Pernambuco defendem a necessidade de:

[...] tanto na produção do conhecimento científico como naquela que origina o conhecimento do senso comum, é necessária a explicitação das concepções de sujeito e de objeto norteadoras das análises epistemológicas que supõem a interação como gênese do conhecimento (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2011, p.183).

Gomes e Oliveira (2007) abordam o quanto é natural o professor adotar estratégias de ensino a fim de facilitar a aprendizagem do educando, porém, muitas delas, com analogias, metáforas, imagens, modelos e entre outras propostas pedagógicas deveriam ser fontes de reflexão sobre suas implicações.

Bachelard (1996) argumenta que estas atividades quando não são muito bem trabalhadas podem contribuir para que o estudante produza noções inadequadas podendo acarretar a constituição de obstáculos epistemológicos. Sendo assim, as aulas de laboratório

devem ser administradas com muita cautela, pois, quando mal lecionadas, assumem um papel que vai contra a formação do espírito científico.

Um destes obstáculos epistemológicos está relacionado à experiência primeira onde a sedução de um experimento pode ser tão intensa, que o estudante se apega ao experimento e não à explicação científica; o espírito quer ligar seus conhecimentos à imagem central e primeira, neste caso, à imagem primeira de molécula de DNA. Para Bachelard (1996), a prática da experimentação, deve ser utilizada como um recurso que vai auxiliar em uma determinada situação em estudo e não como um resumo a uma sequência de eventos de resultados visualmente interessantes.

Para que o objetivo das aulas de laboratório contribua para a formação dos estudantes o professor pode minimizar as condições desfavoráveis por meio do que Bachelard enunciou como “trazer a bancada do laboratório para o quadro-negro” para impedir que aconteçam apenas satisfações e admirações por imagens, preocupando-se com os fundamentos explicativos dos fenômenos presentes nas atividades experimentais.

Para Bachelard (1996) o estudante precisa compreender o que ele está estudando, porque só se consegue guardar o que se compreende; se o aluno apresentar um conhecimento vago, ele compreenderá o fenômeno do seu jeito, já que não lhe deram razões pessoais para evoluir. Segundo o autor, se não for explicada a linha de produção do conhecimento que se está trabalhando, pode se ter a certeza de que o aluno vai associar o resultado às suas imagens mais conhecidas. (Bachelard, 1996, p. 289)

O trabalho didático no âmbito experimental, embora tenha seu valor e seja aparentemente indiscutível, nos traz alguns alertas para os perigos de reforçar impressões constituintes de inúmeros obstáculos ao conhecimento complexo.

Partindo da premissa de que “toda observação (recepção) é orientada por uma hipótese” (Greca e Santos, 2005), se faz necessário todo o cuidado tanto com relação ao planejamento como com a execução de aulas experimentais, sejam elas feitas em laboratório ou em sala de aula. A visão de que uma simples demonstração experimental é suficiente para que os fenômenos sejam vistos na ótica científica, é no mínimo ingênuo, simplista, e no seu extremo, equivocada (Yamazaki e Yamazaki, 2011).

Analogicamente, as atividades experimentais podem ser comparadas como uma vela acesa, que ao mesmo tempo em que ilumina também lança sombras, ou seja, no caso em estudo, ilumina porque a atividade experimental possibilita uma discussão entorno da construção do conceito, da existência, da materialidade da molécula de DNA, é uma atividade que dialoga com o real; mas também pode lançar sombras ao possibilitar uma compreensão empirista e dogmatista do conhecimento científico, pois o aluno pode vir a compreender que as teorias são resultados exclusivos das observações, que o conhecimento já existe, está dado, basta somente descobri-lo, ao invés de concebê-los como conhecimentos construídos na intersubjetividade, numa atividade coletiva.

Pontuamos que não somos contrários as atividades experimentais, mas salientamos que esta prática deve ultrapassar a intenção de demonstrar um conhecimento “verdadeiro

através da experimentação” (Gonçalves e Marques, 2006).

Diante das análises que apresentamos sobre esta atividade, onde identificamos distorções relacionadas às características físicas da molécula de DNA, sugerimos que os professores realizem uma investigação prévia para identificar os conhecimentos dos alunos com relação aos elementos do tema, ou àqueles que podem ser úteis para compreendê-lo, como, por exemplo, a pigmentação dos vegetais. No caso específico da cor observada, o conhecimento dos alunos pode contribuir para problematizar a concepção de coloração da molécula de DNA, que no caso em estudo, contribui para uma construção não verdadeira da imagem da molécula de DNA.

Estas discussões podem ser desenvolvidas após as análises das avaliações solicitadas, ou seja, uma vez que as compreensões equivocadas são identificadas, o retorno dos estudantes ao laboratório poderá fazer parte de uma estratégia didática para exploração de novos elementos teóricos e práticos não previstos no planejamento das aulas. Retornando ao caso das cores observadas, seria potencialmente didático, um estudo sobre os pigmentos dos vegetais, pois as cores vistas vieram desses pigmentos.

Essa forma de conduzir as atividades didáticas, discutindo os aspectos teóricos e práticos fundamenta-se na epistemologia bachelardiana, quando consideramos que a experiência e a teoria são aspectos dialéticos presentes na construção do conhecimento. Embora esta posição normalmente refere-se ao fazer científico, para Bachelard o ensino das ciências deve também ser similar à forma com que o conteúdo e as noções que o contextualizam foram elaborados.

## **CONSIDERAÇÕES (REFLEXÕES FINAIS)**

Compreendemos que a experimentação é fundamental para o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de Biologia, pois é uma atividade de ensino com potencial de envolvimento e motivação para envolver o estudante; porém, nos preocupamos com o aspecto mágico e encantador que a atividade experimental pode proporcionar aos estudantes levando assim, a compreensões distorcidas quanto à construção do conhecimento científico construído.

Para enfrentar as concepções alternativas que os estudantes trazem para as aulas de ciências, e que reflete na interpretação dos fenômenos abordados nas atividades experimentais, sugerimos a articulação da atividade experimental à fundamentação teórica e epistemológica dos conhecimentos a serem explanados, abordando ao mesmo tempo, em um processo dialógico, os conhecimentos dos estudantes para que estes sejam percebidos, problematizados e superados.

A intenção deste artigo foi chamar a atenção dos professores que lecionam disciplinas de ciências e biologia, para a necessidade de ficarem atentos às compreensões construídas pelos estudantes diante das atividades experimentais. Concordamos com Souza e Bastos (2006) que, amparados no pensamento de Bachelard, argumentam: é fácil recorrer ao

encantamento, ao lúdico, fazendo experiências que divertem, mas não instruem.

## REFERÊNCIAS

- Abrantes, P. (1998). *Imagens de Natureza, Imagens de Ciência*. Campinas, São Paulo: Papirus.
- Alves-Filho, J.P. (2000). *Atividades experimentais: do método à prática construtivista*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Bachelard, G. (1996). *A Formação do Espírito Científico*. Rio de Janeiro: Ed. Contraponto.
- Bizzo, N. (2012) *Metodologia do ensino de Biologia e estágio supervisionado*. São Paulo: Ática.
- Chalmers, A.F. (1983). *O que é ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense.
- Delizoivoc, D., Angotti, J.A., Pernambuco, M.M. (2011) *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez.
- Dessen, E.M.B., Oyakawa, J. Extração caseira de DNA morango. Disponível em: [http://genoma.ib.usp.br/wordpress/wp-content/uploads/2011/04/Extracao\\_DNA\\_Morango\\_web1.pdf](http://genoma.ib.usp.br/wordpress/wp-content/uploads/2011/04/Extracao_DNA_Morango_web1.pdf). Acesso em 20 de jul. de 2013.
- Freire-Maia, N. (2008). *Verdades da Ciência e Outras Verdades: A visão de um cientista*. São Paulo: Editora UNESP.
- French, S. (2009). *Ciência: conceitos-chave em Filosofia*. Porto Alegre: Artmed.
- Gil-Pérez, D, Montoro, I.F., Alís, J.C., Cachapuz, A., Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2): 125-153.
- Giordan, M. (1999) O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola – Experimentação e Ensino de Ciências*, 10: 43-49.
- Gomes, A.D.T., Borges, T. A., Justi, R. (2008). Processos e conhecimentos envolvidos na realização de atividades práticas: revisão da literatura e implicações para a pesquisa. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(2): 187-207.
- Gomes, H.J.P.; Oliveira, O.B. (2007). Obstáculos Epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. *Ciência & Cognição*, 12: 96-109.
- Gonçalves, F.P., Marques, C.A. (2006). Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em Textos de Experimentação no Ensino de Química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(2).
- Greca, I.M., Santos, F.M.T. (2005). Dificuldade da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da física e da química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(1): 31-46.
- Hessen, J. (2003) *Teoria do Conhecimento*. São Paulo: Martins Fontes.
- Japiassu, H. (1985). *A Revolução Científica Moderna*. Rio de Janeiro: Imago.
- Krasilchik, M. (2005). *Prática de ensino de biologia*. 4ª ed. São Paulo/SP: Edusp.
- Marandino, M., Selles, S.E., Ferreira, M.S. (2009). *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo:Cortez.
- Medeiros, A., Bezerra, S.F. (2000). A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino de física. *Ciência e Educação*, 6(2): 107-117.
- Nouvel, P. (2013). *Filosofia das Ciências*. Campinas, São Paulo: Papirus.
- Pedrancini, V.D., Corazza-Nunes, M.J., Galuch, M.T.B., Olivo Rosas Moreira, A.L., Ribeiro,

- A.C. (2007). Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2): 299-309.
- Rebello, C., Siegel, M., Freyermuth, S., Witzig, S., Izci, K. (2012). Development of embedded assessments for learning in biotechnology: Results and design process for dissemination. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 40(2): 82–88.
- Saviani, D. (2008). *Escola e Democracia*. Campinas, São Paulo: Autores Associados.
- Silveira, R.V.M., Amabis, J.M. *Como os Estudantes do Ensino Médio Relacionam os Conceitos de Localização e Organização do Material Genético?* In: Anais do IV ENPEC
- Souza, C.A., Bastos, F.P. (2006). Um Ambiente Multimídia e a resolução de problemas de Física. *Ciência & Educação*, 12(3): 315-332.
- Théodoridès, J. (1984). *História da Biologia*. Lisboa: Edições.
- Videira, A.A.P. (2004). Natureza e Ciência Moderna. *Ciência & Ambiente*, 28.
- Witzig, S.B, Freyermuth, S., Siegel, M., Izci, K., Pires, C. (2013). Is DNA Alive? A Study of Conceptual Change Through Targeted Instruction. *Research Science Education*, 43(4): 1361–1375.
- Yamazaki, S.C., Yamazaki, R.M.O. (2011). Pressupostos bachelardianos em sala de aula. *Estágio Supervisionado e Práticas Educativas*. Dourados/MS: Editora UEMS.