

Relato de uma Experiência Pedagógica Interdisciplinar: Experimentação Usando como Contexto o Rio Capibaribe

João Rufino de Freitas Filho, Maria Angela Vasconcelos de Almeida, Maria do Socorro Lopes Pina, Afonso Feitosa Reis Filho, Minancy Gomes de Oliveira, Avany Martins Arruda, Valter de Assis Dantas e Marcus Venícius Juliano de Souza

O presente artigo trata de um trabalho interdisciplinar realizado por professores de biologia, física e química, numa ótica de vivências experimentais, possibilitando a discussão e (re)construção de conceitos dessas três áreas e utilizando o rio Capibaribe como contexto de estudo. A investigação demonstrou que os experimentos foram importantes em todo o processo, porém o que realmente mereceu destaque foram os diálogos que emergiram antes e depois de cada um deles, bem como a aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes demonstrados pelos estudantes.

► contexto, interdisciplinaridade, experimentos ◀

247

Recebido em 20/05/2011, aceito em 18/01/2013

A adoção de uma abordagem interdisciplinar no ensino médio é uma das indicações dos documentos oficiais – tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1999), as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2006), as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 1998) – e pode ser considerada uma das maneiras de superar a fragmentação do conhecimento (Schinitman, 1987; Morin, 2002). Sendo um processo que precisa ser vivenciado para ser assimilado em sua complexidade, a interdisciplinaridade ganha importância na vida escolar à medida que os docentes passam a desenvolver de forma integrada um trabalho pedagógico, que capacita o estudante a se comunicar, argumentar, enfrentar problemas de diferentes naturezas e a elaborar críticas ou propostas de ação em torno de questões abrangentes da atualidade (Hartmann e Zimmermann, 2007).

Por outro lado, estabelecer conexões entre discursos disciplinares pode dar ao estudante a oportunidade não só de aprender um determinado assunto por caminhos diferentes,

possibilitando uma maior compreensão do que foi ensinado por aumentar o “ângulo de visão”, mas também o capacita a perceber como a ciência se insere em seu cotidiano (Hartmann, 2007). A integração da química com a física e a biologia, num trabalho pedagógico interdisciplinar, pode levar o estudante a ser capaz de estabelecer ligações de interdependência das ciências, possibilitando, dessa maneira, a construção de uma nova ideia de aprendizado.

Na análise de Thiesen (2008, p. 545), na sala de aula ou em qualquer outro ambiente de aprendizagem, são inúmeras as relações que intervêm no processo de construção e organização do conhecimento. As múltiplas relações entre professores, estudantes e objetos

de estudo constroem o contexto de trabalho dentro do qual as relações de sentido são construídas. Nesse complexo trabalho, o enfoque interdisciplinar possibilita o aprofundamento da compreensão da relação entre teoria e prática; aproxima o sujeito de sua realidade mais ampla; auxilia os estudantes na compreensão das complexas redes conceituais; permite maior significado e sentido aos conteúdos da aprendizagem, possibilitando uma formação mais crítica, criativa e responsável.

Ao se desejar um ensino que faça sentido para os estudantes

A integração da química com a física e a biologia, num trabalho pedagógico interdisciplinar, pode levar o estudante a ser capaz de estabelecer ligações de interdependência das ciências, possibilitando, dessa maneira, a construção de uma nova ideia de aprendizado.

A seção “Relatos de sala de aula” socializa experiências e construções vivenciadas em aulas de Química ou a elas relacionadas.

no presente e não somente no futuro ou nunca mais, isto é, um ensino que tenha a ver com a vida cotidiana dos indivíduos, com os fatos e as questões do dia a dia, a necessidade da interdisciplinaridade e da contextualização surge naturalmente. Segundo Machado (2000), contextualizar é uma estratégia fundamental para a construção de significações. À medida que se incorporam relações tacitamente percebidas, a contextualização enriquece os canais de comunicação entre a bagagem cultural, quase sempre essencialmente tácita, e as formas explícitas ou explicitáveis de manifestação do conhecimento. A ideia de interdisciplinaridade oferece desafios que começam pelo próprio entendimento do significado que se pretende dar a ela.

Conforme Pontuschka et al. (2007), a interdisciplinaridade como princípio e atitude constitui foco de discussão para pesquisadores e educadores de vários níveis de ensino que, ao reconhecerem a complexidade do mundo pós-industrial e o processo de globalização, vivenciados pelos povos do mundo inteiro, estão cientes de que os saberes parcelares não conseguem resolver problemas que demandam conhecimentos específicos, relacionados a um objetivo comum e central.

De acordo com Hartmann (2007), o uso da interdisciplinaridade não é um trabalho de disputa entre as disciplinas, mas um serviço em conjunto, objetivando somente ampliar a visão do estudante a respeito de certos conhecimentos, consequentemente contribuindo na sua formação para a vida.

Analisando o papel da experimentação no ensino de ciências, segundo Guimarães (2009, p. 198), “a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação”. Ainda segundo o mesmo autor, para que se obtenha uma “aprendizagem significativa”, as aulas experimentais não podem ser conduzidas como uma “receita de bolo”, mas sim de forma investigativa, na qual os estudantes possam testar hipóteses, utilizando para isso os seus conhecimentos prévios, pois, segundo Ausubel, citado por esse autor, o que mais influencia na “aprendizagem significativa” é o que o aluno já sabe. Conforme descrito por Santos e Schnetzler (1996), as atividades experimentais são relevantes quando caracterizadas pelo seu papel investigativo e sua função pedagógica em auxiliar o estudante na compreensão dos fenômenos.

Na concepção de Francisco Jr. et al. (2008), a experimentação investigativa é empregada anteriormente à discussão conceitual e visa obter informações que subsidiem a discussão, a reflexão, as ponderações e as explicações, de forma que o estudante compreenda não só os conceitos, mas a diferente forma de pensar e falar sobre o mundo por meio da ciência. Esse mesmo autor aborda ainda a experimentação problematizadora, mostrando que esta vai além da experimentação investigativa, pois se utiliza continuamente da leitura, da

escrita e da fala, objetos da linguagem indispensáveis na busca por uma “aprendizagem significativa”.

Uma grande importância na realização de atividades experimentais interdisciplinares é a de proporcionar aos estudantes oportunidades para o desenvolvimento de habilidades e com-

petências, atitudes e valores, além da reconstrução de conceitos, atendendo à proposta explicitada nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (Brasil, 1999) e Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002). Ainda segundo orientações contidas nesses documentos, os

conteúdos a serem ensinados e as estratégias de ensino devem ser repensados, tendo em vista a formação de indivíduos que sejam capazes de se apropriar de saberes de maneira crítica e ética, devendo a aprendizagem estar associada às competências relacionadas aos quatro pilares da educação: saber fazer; saber conhecer; saber ser; e saber ser em sociedade, para que os conteúdos e as estratégias proporcionem aos estudantes oportunidades de desenvolver conceitos, habilidades e atitudes para conquista da cidadania plena.

Por fim, a escolha por trabalhar com a interdisciplinaridade na sala de aula, utilizando o rio Capibaribe como contexto de estudo, foi uma tentativa de proporcionar, aos estudantes, uma maior visão de mundo, pois:

[...] trata-se da construção de um novo saber a respeito da realidade, recorrendo-se aos saberes disciplinares e explorando ao máximo os limites e as potencialidades de cada área do conhecimento. O objeto de estudo é o mesmo, mas levará a um novo saber, que não é necessariamente da química, da física ou da biologia, mas um saber mais amplo sobre aquela situação, aquele fenômeno. (Brasil, 2006, p. 52)

Dessa forma, segundo Compiani (2007), é possível sair do paradigma da causalidade tão enraizado no ensino de ciências e praticar um ensino mais contextualizado, situar espaço-temporalmente os fenômenos, ou seja, considerar seu aspecto histórico e assim compreender a complexidade do contexto e da causalidade de um fenômeno.

Acredita-se que o rio Capibaribe¹ seja um tema de aproximação dos conhecimentos disciplinares e plurais e que favorece a prática interdisciplinar docente. Como relatado por Bacci e Pataca (2008, p. 217),

[...] a construção de um programa que tenha a água como tema gerador, numa proposta de ação interdisciplinar, apoiada nos conceitos fundamentais, no valor explicativo e na função das geociências, deve ser entendida pelos professores nas relações mais profundas entre esse conteúdo e a ação educativa, com envolvimento coletivo, dialógico e troca de saberes.

Mediante o que foi exposto nos parágrafos anteriores, o presente trabalho teve como objetivo descrever atividades desenvolvidas com estudantes do ensino médio, de modo a viabilizar o processo de construção de conceitos científicos por meio de aulas experimentais (utilizando materiais do cotidiano do estudante), interdisciplinares (biologia, física e química), buscando superar o modelo transmissão-recepção de conhecimentos poucos significativos, possibilitando o envolvimento ativo dos estudantes e promovendo uma articulação entre os diferentes componentes curriculares (biologia, física e química). Por outro lado, os experimentos foram desenvolvidos numa perspectiva interdisciplinar e de acordo com o contexto: rio Capibaribe. A partir do contexto, levantou-se o seguinte questionamento: Como os aspectos biológicos, físicos e químicos interferem na qualidade dos rios e quais as suas implicações para os seres vivos?

Esboço da metodologia

O presente estudo foi realizado com 300 estudantes do 2º ano do ensino médio em uma escola da rede estadual localizada na cidade de Recife (PE). Participaram da intervenção didática interdisciplinar quatro professores de Química, dois de Biologia e dois de Física. A estratégia de ensino aplicada permitiu dividir as atividades em dois momentos: 1) levantamento das concepções prévias dos estudantes; e 2) realização de experimentos para gerar resultados a serem interpretados.

1) levantamento das concepções prévias dos estudantes

No levantamento das concepções prévias dos estudantes, o tema proposto para se trabalhar com as turmas envolveu o meio ambiente. Foram pensados os seguintes elementos: água, rio Capibaribe, poluição, ecossistema e aspectos socioeconômicos envolvidos na questão do meio ambiente. Foram adotadas duas abordagens para a coleta de dados relativos às ideias prévias dos estudantes acerca dos temas referentes ao meio ambiente. A primeira abordagem teve como objetivo iniciar a análise dos temas propostos, levando os estudantes a pensarem sobre o assunto. Essa abordagem foi desenvolvida a partir da exibição e discussão do filme *Recife de dentro pra fora*, documentário poético sobre o rio Capibaribe. A segunda abordagem consistiu na aplicação de um questionário contendo perguntas abertas que estavam diretamente relacionadas às questões em estudo. A seguir, apresentamos as questões norteadoras do estudo:

- É possível determinar a velocidade da água no rio Capibaribe? Que expressão matemática se pode utilizar para interpretar os resultados esperados?
- Vários estudantes coletaram do rio Capibaribe barras de ferro, que foram divididas entre eles. A densidade de cada pedaço é maior, menor ou igual à densidade da barra?
- Quais as características visíveis e não visíveis observadas no ecossistema rio Capibaribe?

- Quais as substâncias presentes no entorno e dentro do rio?
- Quais os processos utilizados para separar tais substâncias?

Esse primeiro momento teve como objetivo levantar algumas ideias prévias dos estudantes em relação a assuntos/conteúdos como: rio Capibaribe, ecossistema, velocidade, densidade, propriedades da matéria e substâncias.

2) Experimentação

No segundo momento, a estratégia de ensino – experimentação – foi utilizada para gerar resultados a serem interpretados e discutidos ao longo da intervenção interdisciplinar. Os experimentos foram planejados e conduzidos segundo metodologia de atividade experimental problematizadora proposta por Francisco Jr. et al. (2008) e baseada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002): a) a problematização inicial; b) a organização do conhecimento; e c) a aplicação do conhecimento.

A problematização inicial caracteriza-se por apresentar situações reais que os estudantes conhecem e vivenciam. No segundo momento pedagógico, os conhecimentos necessários para compreensão das situações iniciais devem ser estudados de forma sistematizada. Finalmente, no terceiro momento pedagógico, procura-se utilizar os conhecimentos construídos pelos estudantes para interpretar as situações problematizadoras inicialmente.

No primeiro momento pedagógico, um experimento sobre crescimentos de micro-organismos (biologia) foi apresentado ao estudante e antecedeu a qualquer discussão teórica. Os estudantes, em pequenos grupos, fizeram seus registros escritos de forma sistemática e rigorosa. A coleta dos dados foi realizada por meio de fichas de observações experimentais, preenchidas por eles, bem como anotações de campo. Nas fichas de observação, os estudantes foram orientados a observar atentamente e anotar, antes da realização de cada experimento, os materiais, as condições do sistema, o procedimento experimental e os resultados esperados. O Quadro 1 sumariza o modelo de ficha de observação utilizada.

A problematização inicial girou em torno da seguinte questão: Quais aspectos mais lhe chamaram à atenção nos experimentos propostos?

O segundo momento pedagógico teve como objetivo viabilizar o processo de construção de conceitos científicos por meio da realização dos experimentos. Estes foram montados de acordo com o contexto – rio Capibaribe –, de modo a responder a questão-chave da situação problematizadora: *Como os aspectos biológicos, físicos e químicos interferem na qualidade dos rios e quais as suas implicações para os seres vivos?*. Nesse momento, após realização dos experimentos, foi construído um painel interativo, no qual os professores anotaram algumas hipóteses levantadas pelos estudantes, discutindo-as conceitualmente e problematizando-as. Em

Ficha de observação utilizada pelos estudantes			
Quais materiais serão utilizados nos experimentos? ^a	Quais às condições sobre o contexto do experimento? ^b	Quais os procedimentos experimentais? ^c	Quais resultados esperados após realização dos experimentos? ^d

^a Enumere materiais a ser utilizados, por exemplos, garrafa PET, canetas etc.)

^b Por exemplo, a temperatura da água, sujeira etc.

^c Descreva os passos - desde a construção de equipamentos com materiais alternativos até o uso destes.

^d Anote resultados observados - antes e após realização dos experimentos.

seguida, foi solicitado que estes reelaborassem suas hipóteses de forma a explicar o fenômeno.

No terceiro momento pedagógico, que tratou da aplicação do conhecimento, os professores apresentaram mais dois experimentos (um de física e outro de química) a partir dos mesmos conceitos e solicitou dos estudantes uma descrição do procedimento experimental, apresentação dos resultados e explicação destes. Todos os momentos foram gravados em vídeo.

Os experimentos foram conduzidos pelos professores dos três componentes curriculares (biologia, física e química), atuando conjuntamente em sala de aula.

Discussão dos resultados

A elaboração das atividades experimentais privilegiou estratégia de ensino não muito frequente para estudantes do ensino médio de escolas públicas, tais como a experimentação, combinadas com levantamentos das concepções prévias e produção textual. Os experimentos foram realizados de forma interdisciplinar. A intervenção interdisciplinar permitiu, por conseguinte, trabalhar com os estudantes atividades não habituais como observações, anotações, elaboração de hipóteses, argumentação, dentre outras. Nesse sentido, os experimentos propostos tiveram por objetivo mostrar o caráter empírico da ciência, a importância das observações experimentais, a atenção na coleta dos dados, as explicações iniciais, a discussão, enfim, a construção de conceitos científicos.

Como citado por Francisco Jr. et al. (2008), a problematização inicial consiste em apresentar situações reais que os estudantes presenciam e que, ao mesmo tempo, estão envolvidas com os temas a serem discutidos. O conhecimento explicitado pelo estudante na tentativa de compreender essas situações iniciais é então problematizado a partir de questionamentos, primeiramente individuais, em seguida, em grupos pequenos e, posteriormente, com toda a sala.

Assim, as atividades foram iniciadas fazendo o levantamento das concepções prévias dos estudantes sobre os seguintes assuntos/conteúdos: rio Capibaribe, ecossistema, velocidade, densidade, propriedades da matéria e substâncias. Depois, foi solicitado que respondessem às questões (descritas na abordagem metodológica) individualmente,

e os resultados foram anotados em um painel interativo. Em seguida, foi proposto a eles, em grupo de cinco, que discutissem e respondessem por escrito às mesmas questões e socializassem os resultados na perspectiva das três disciplinas – biologia, física e química.

Após a discussão das questões propostas na abordagem metodológica, com a construção de um novo painel e comparação com o painel anterior, os estudantes passaram para o momento seguinte que tratava da realização de experimentos interdisciplinares. Nas aulas experimentais desenvolvidas, perseguiu-se o propósito de superação do modelo tradicional do ensino-aprendizagem, baseado na transmissão-recepção de conteúdos prontos, vazios e repetitivos, em que tanto a ciência quanto a realidade são vistas de forma acabada e fragmentada.

Em geral, a forma como as atividades experimentais são direcionadas aos estudantes deixa muito a desejar, devido a estas serem conduzidas por meio de roteiros que induzem apenas a comprovação de fatos. Conforme Carvalho e Gil-Pérez (1995), as aulas experimentais se limitam a um processo de verificação, ao estilo de receitas de cozinha, o que não contribui em absoluto para a compreensão da atividade científica, como também nem sempre as aulas experimentais atendem à necessidade da formação de estudantes conscientes de sua cidadania. A não relação entre os conteúdos explorados em sala de aula e o dia a dia dos estudantes levam-os a não perceberem porque utilizarão tais conhecimentos.

Logo, os conceitos químicos, físicos e biológicos necessários para a compreensão dos experimentos foram abordados na sequência indicada no Quadro 2. Dessa maneira, os conhecimentos disciplinares foram progressivamente integrados, e os fatos observados nos experimentos foram interpretados sob o ponto de vista da ciência.

A partir da realização de um experimento simples (primeiro experimento), que levou à construção dos conceitos de bactérias, fungos, temperatura, substâncias, pressão etc., os estudantes demonstraram que o ar atmosférico constitui um meio em que os micro-organismos se desenvolvem e estes dependem de substâncias químicas, temperatura e tempo. O experimento foi realizado com a utilização de uma porção composta de restos alimentares e gelatina (dissolvidos em água fervente) e, posteriormente, dividida em três porções.

Quadro 2: Conceitos teóricos discutidos pelos estudantes ao longo dos experimentos.

Questão problematizadora	Questões propostas	Tópicos disciplinares abordados em		
		Biologia	Física	Química
<i>“Como os aspectos biológicos, físicos e químicos interferem na qualidade dos rios e quais as suas implicações para os seres vivos?”</i>	1- Quais as características visíveis e não visíveis observadas no ecossistema rio Capibaribe?	1. Ecossistema 2. Ambiente 3. Micro-organismos 4. Fungos 5. Bactérias 6. Animais 7. Plantas	1. Temperatura 2. Calor 3. Pressão 4. Velocidade	1. Substâncias 2. Misturas 3. Purificação 4. destilação
	2- Que fatores caracterizam um ecossistema?	1. Solo 2. Ar 4. Assorimento 3. Eutroficação 4. Desmatamento	1. Temperatura 2. Velocidade 3. Calor 4. Força 5. Movimento	1. Propriedades (densidade, evaporação, etc.) 2. Reações 3. Solute 4. Solubilidade 5. Dissolução 6. Solvente

Cada porção foi colocada em um frasco de alimento infantil, previamente lavado e esterilizado, posteriormente fechado, mas em tempos diferentes para cada um, a fim de se observar a possibilidade de desenvolvimento de seres vivos presentes no ar.

O primeiro frasco foi fechado imediatamente depois de colocada a mistura; o segundo ainda ficou aberto por três horas; e o terceiro vidro ficou aberto por 48 horas antes de ser fechado. Os três vidros foram conservados em local fresco, porém não em geladeira (Figura 1).

Após uma semana, tornou-se a observar os vidros e seus respectivos resultados. A partir disso, os estudantes puderam investigar a evolução de alguns conceitos que realmente foram desenvolvidos e relacionados ao contexto de estudo. Aquele frasco de alimento infantil que ficou mais tempo aberto proporcionou maior desenvolvimento de micro-organismos, que agiram sobre os restos alimentares com gelatina. Com a realização do experimento além dos conteúdos de biologia, foram trabalhados conteúdos de química – tais como, o conceito de substância, a composição química dos restos alimentares e outros fatores que proporcionaram o desenvolvimento dos micro-organismos nesse meio – pelos professores dessa disciplina. Os professores de física trabalharam a finalidade da esterilização prévia dos frascos, em que foi envolvido o conceito de temperatura e de tempo em que cada frasco ficou aberto em contato com

o ar. O experimento permitiu e possibilitou que professores e estudantes discutissem o contexto (rio Capibaribe): por exemplo, ao jogar restos alimentares e outros nesse rio, estamos contribuindo para o desenvolvimento de micro-organismos e provocando a poluição deste.

No segundo experimento, que tratou das transformações dos materiais, o fio condutor foi à disciplina física. Neste, trabalharam-se os conceitos de purificação, ecossistema, temperatura, calor, densidade e pressão. Para isso, os estudantes utilizaram garrafas PET para demonstrar a diferença de pressão. O procedimento experimental (Figura 2) usado foi o seguinte: colocou-se 300 mL de água quente (em torno de 70 °C) em uma garrafa PET e, em seguida, esta foi esvaziada, teve sua boca fechada e resfriada em água à temperatura ambiente. Depois, a garrafa foi comprimida instantaneamente devido à diferença de pressão entre o interior e o ambiente. Em seguida, repetiu-se o mesmo procedimento, porém a garrafa permaneceu aberta durante o experimento. Este foi realizado também com água coletada do rio Capibaribe, na qual os professores de biologia trabalharam os conceitos de ecossistema, ambiente, micro-organismos, e os professores de Química, os de substâncias, água pura, água destilada, purificação e mistura.

Esse experimento despertou a curiosidade, a motivação e o interesse da maioria dos estudantes pelas aulas de física. A satisfação diante de alguns resultados ficou evidente com

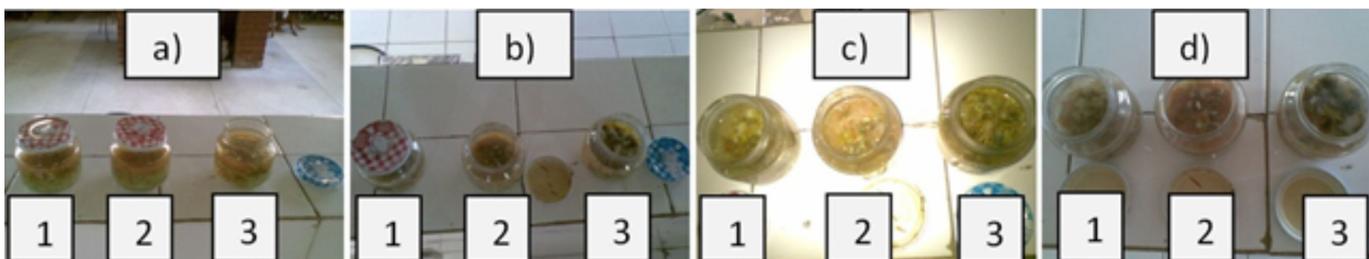


Figura 1: Experimento de Biologia – a) frasco 1 fechado imediatamente, b) frasco 2 fechado e aberto após 3 horas, c) frasco 3 aberto após 48 h e (d) Após uma semana todos os frascos abertos.

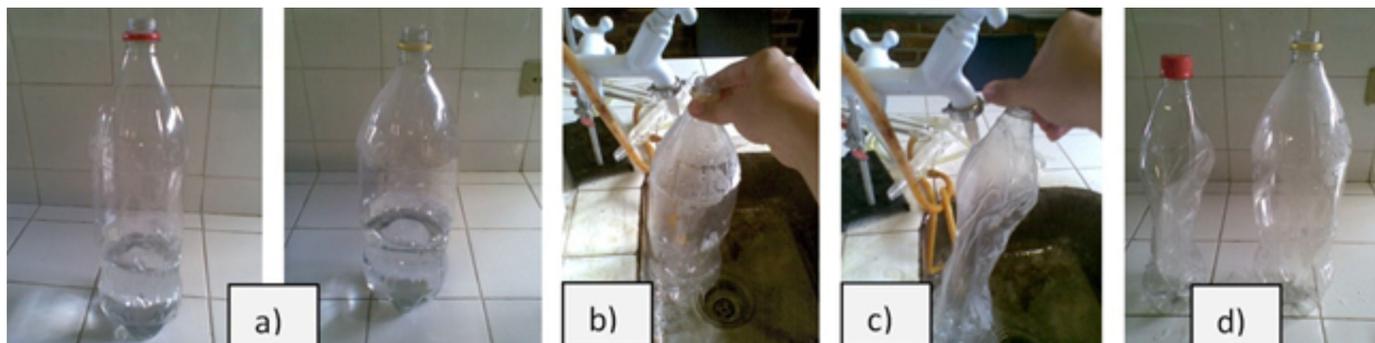


Figura 2: Experimento de Física – a) água a 70 °C nas garrafas PET, b) Após garrafa PET esvaziada e resfriada em água a temperatura ambiente, c) Após garrafa PET esvaziada e a sua boca fechada sendo resfriada a temperatura ambiente e d) resultado final após resfriamento.

os comentários e as perguntas realizadas em sala e com o texto dos relatórios produzidos, por exemplo:

Aluno A: “*Nós vamos fazer um trabalho sobre pressão da água do rio Capibaribe. Iremos fazer experimentos que mostram a diferença de pressão. Vamos apresentar para vocês alguns procedimentos experimentais...*”

Aluno B: “*A água fria colocada na garrafa provocou um choque térmico e fez a garrafa entortar.*”

Aluno C: “*Dentro da garrafa foi colocada água quente e depois retirou e colocou água fria provocando um choque térmico e fazendo com que a garrafa ficasse toda amassada.*”

Aluno D: “*No caso da garrafa aberta, sem a tampa, não é possível entortá-la porque o ar está proporcional fazendo com que as pressões do ambiente estivessem igual ao da garrafa.*”

Aluno E: “*A garrafa aberta não faz nada pois no primeiro caso a garrafa prendia o ar quente na garrafa.*”

Aluno Z: “*A pressão é inversamente proporcional... Quando há aumento da área a pressão diminui... Nós percebemos que a poluição das águas influencia na pressão...*”

Um ponto importante que merece destaque na conclusão dos estudantes foi no que diz respeito à diferença de temperatura entre o interior e o exterior da garrafa. Eles se mostraram atentos ao medir a temperatura da água, repetindo o experimento com água à temperatura ambiente.

Aluno Y: “*No interior da garrafa existem moléculas, e essas moléculas fazem pressão na garrafa e quando colocada em contato com água fria, a temperatura diminui e as moléculas começam a agitar menos. Como a pressão atmosférica é mais forte do que a que está dentro da garrafa, ela amassa.*”

Todas as aulas foram gravadas em vídeo, mas os dados apresentados não se referem à sua transcrição literal e sim a um relato dos fatos observados da filmagem efetuada.

As propriedades específicas dos materiais presentes nas águas do rio Capibaribe foram trabalhadas no terceiro experimento que foi conduzido pelos professores de Química por meio do processo de destilação (Figura 3). Para destilação da água, foi montada uma aparelhagem alternativa usando garrafa PET, vidro de maionese, mangueiras, rolhas de vinho, canetas, cola durepox e fogareiro. Uma lata de leite foi usada como destilador. O condensador foi construído com garrafas PET, mangueira e canetas. Com as aparelhagens construídas

e montadas, trabalhou-se conceitos como condensação, evaporação, ebulição, ponto de ebulição, misturas, separação etc. Os professores de física trabalharam os conceitos de pressão, temperatura e calor, e os de Biologia, os de poluição, água poluída, água contaminada, fungos e bactérias.



Figura 3: Experimento de Química (destilação da água do rio Capibaribe).

Inicialmente os estudantes desenvolveram os experimentos, ou seja, montaram seus equipamentos, coletaram água do rio e testaram seus experimentos. Em seguida, fizeram a demonstração deste para os seus colegas. A avaliação desse momento foi feita por meio dos questionamentos e dos relatórios elaborados por eles.

Essa atividade se mostrou surpreendente, uma vez que a maioria dos estudantes participou ativamente, levantando questões, opiniões e argumentos.

Aluno A: “*Professor, olha só! A água quente está aquecendo o líquido, incolor [...]. Fazendo com que ele evapore, se transformando em gás [...]. Ele vai passando para o estado gasoso. Quando ele chega lá, está gelado, está frio o recipiente [...]. E como está frio, a água torna-se líquida, a água não, o líquido [...]. Isso, o líquido incolor.*”

Durante a elaboração dos relatórios, os estudantes foram orientados quanto ao tipo de informação que deveria constar em cada uma de suas partes. O exercício da produção de textos adequados a introdução, materiais utilizados, condições,

procedimento experimental, análise e discussão dos resultados contribuiu para que os estudantes percebessem a importância da elaboração desses textos, o que pode ser percebido durante as apresentações e avaliações feitas pelos grupos.

Além de articular teoria e prática, a estratégia de ensino usada permitiu o desenvolvimento do trabalho em grupo com a avaliação da efetiva participação de cada componente do grupo. Estes, que contribuíram pouco durante a elaboração do trabalho experimental, procuravam se esforçar, pois não queriam expor suas falhas perante a turma. Esse movimento pessoal em busca da aprendizagem significativa foi fundamental na vida do estudante.

As aulas experimentais interdisciplinares realizadas abordaram conteúdos de química, física e biologia. Durante levantamentos das concepções prévias dos estudantes, notou-se que, em geral, eles têm conhecimento de que as plantas precisam de água para viver e quais são os gases utilizados pelas plantas e pelos animais durante a respiração. Quando eram questionados sobre os gases que os animais e as plantas utilizam na respiração, a maioria dos estudantes respondia corretamente: “*Os animais respiram oxigênio, e a planta, gás carbônico*”. No entanto, de acordo com Bizzo e Kawasaki (2000), afirmação desse tipo pode reforçar concepções alternativas sobre fotossíntese². Continuando, ao questionar quais fatores caracterizam um ecossistema, uma estudante respondeu “*que não sabia e tinha dúvida em distinguir ecossistema de meio ambiente*”. Outra estudante “*apontou algumas características visíveis no ecossistema rio Capibaribe, as não visíveis ela falou que era possível no laboratório*”. Ao questionar os estudantes a respeito do ar que respiramos e a água que bebemos, um estudante respondeu: “*o ar é mistura e a água do rio é substância constituída por dois átomos de H e um átomo de oxigênio...*” e outro estudante falou “*não sei qual a composição do ar...*”. No entanto, com as aulas experimentais, eles obtiveram respostas para suas dúvidas. Pelas falas, ficou claro que, apesar de terem uma noção de alguns conceitos científicos, o conhecimento cotidiano permanece arraigado.

Ao desenvolver os experimentos, observou-se que eles se mostraram interessados, curiosos e dispostos a responder a questão-chave da situação problematizadora: *Como os aspectos biológicos, físicos e químicos interferem na qualidade dos rios e quais as suas implicações para os seres vivos?*. Algumas concepções alternativas apresentadas anteriormente, após intervenções, aproximaram-se do científico, por exemplo, os estudantes já distinguiam ecossistema de meio ambiente; *que o ar é uma mistura e água também...*; *que água era considerada substância quando passava pelo processo de destilação...*; *que o ar era constituído principalmente de nitrogênio, oxigênio e argônio*. Isso decorre do fato de que o simples manuseio do experimento constituiu uma forma de interação do estudante com o objeto de conhecimento e, partindo dessa constatação, foi possível transformar a atividade experimental em atividade de ensino interdisciplinar, o que lhes possibilitou a elaboração do seu próprio saber em relação ao conteúdo científico trabalhado

nos experimentos. Constatou-se também que o manuseio, a montagem do experimento e a elaboração dos procedimentos tornavam-se uma ação prazerosa ao estudante e, assim, pôde ser transformada em um desafio que superava o manejo dos materiais e encaminhava-o para a investigação.

Graças às atividades experimentais, abstraídas do contexto de estudo, os estudantes foram incitados a não permanecerem no mundo dos conceitos e no mundo das linguagens, tendo a oportunidade de confrontar esses dois mundos com o mundo empírico. Nesse ponto, entendemos como as atividades experimentais interdisciplinares são enriquecedoras para o estudante, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao grau de abstração que permeia no ensino das ciências. Elas permitem uma tomada de posição sobre o meio ambiente, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. Por outro lado, eles são preparados para poderem tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O estudante só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento, e o contexto proposto proporcionou essa interação.

Considerações finais

A intervenção interdisciplinar desenvolvida permitiu aumentar a integração dos conteúdos da química, física e biologia. A metodologia utilizada possibilitou a apropriação do conhecimento científico pelos estudantes de forma crítica e reflexiva, requerendo as trocas, a formação na coletividade, a interação e o confronto de ideias.

Durante o trabalho experimental, foram construídos alguns conceitos de biologia, química e física, tais como transformação, pressão, densidade, evaporação, ebulição, micro-organismos, substâncias, misturas e processos de separação, entre outros. A validade da aplicação da estratégia de ensino ficou evidenciada pelas perguntas pertinentes elaboradas pelos alunos sobre os fenômenos observados, e suas respostas mostram que eles estão refletindo e construindo significados para os fenômenos, superando o ensino por memorização. Estes são confirmados a partir das suas produções individuais e coletivas. Por outro lado, introduzir experimentos interdisciplinares a partir de um contexto (rio Capibaribe) permitiu avanços significativos, uma vez que existiu a troca de experiências professor-professor, professor-aluno, aluno-aluno.

A validade da aplicação dessa proposta ficou evidenciada nas declarações espontâneas dos estudantes, que classificaram a intervenção interdisciplinar como “[...] *uma maneira dinâmica de aprender, química, física e biologia ao mesmo tempo* [...]”.

Por fim, a intervenção interdisciplinar demonstrou potencialidades prático-teóricas em termos de: elaboração de conceitos químicos a partir de situações reais e próximas dos estudantes; discussões e troca de ideias sobre a preservação do meio; e busca de informações para a resolução de

problemas relacionados ao meio que, ao final, proporcionam sempre novas aprendizagens. Depoimentos de estudantes sobre situações observadas no dia a dia, relacionadas à sujeira no entorno do rio e poluição das águas, demonstraram que eles estavam atentos para tais situações. Os alunos enfatizaram a necessidade de se promover campanhas sobre a necessidade de preservação do rio Capibaribe.

NOTAS

¹ O trabalho cujo contexto é o rio Capibaribe não aborda a água na qualidade de tema gerador no sentido freireano do termo.

² Segundo Bizzo e Kawasaki (2000), a frequente oposição entre fotossíntese e respiração tem conduzido à ideia de que os animais respiram e plantas não, uma vez que elas realizam fotossíntese e os animais não, quando na verdade ambos respiram – de dia e à noite – mas apenas as plantas realizam fotossíntese, que depende da luz do dia.

Referências

BACCI, D.C. e PATACA, E.M. Educação para água. *Estudos avançados*, v. 63, n. 22, p. 211-226, 2008.

BIZZO, N.M.V. e KAWASAKI, C.S. Fotossíntese: um tema para o ensino de Ciências? *Quím. nova esc.* – São Paulo-SP, BR., n. 12, p. 24-29, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica – Semtec. *PCN Ensino Médio*. Brasília: MEC; Semtec, 1999.

_____. Ministério da Educação. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*. Brasília: MEC; SEB, 2006.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília, 1998.

_____. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC; Semtec, 2002.

CARVALHO, A.M.P. e PEREZ, D.G. *Formação de professores de ciências*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1995.

COMPIANI, M. O lugar e as escalas e suas dimensões horizontal e vertical nos trabalhos práticos: implicações para o ensino de ciências e educação ambiental. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 29-45, 2007.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. e PERNAMBUCO, M.M. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

FRANCISCO JR., W.E.; FERREIRA, L.H. e HARTWIG, D.R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e

João R. de Freitas Filho (joaoveronice@yahoo.com.br), licenciado em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), doutor em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pós-doutorado em Química pela Université Claude Bernard (França), é docente da UFRPE/Departamento de Química. Recife, PE – BR. **Maria do Socorro Lopes Pina** (socorrolopesqui@ig.com.br), licenciada e bacharel em Química, especialista em Ciências (modalidade Química) pelo Projeto Pró-Ciências (convênio CAPES/FACEPE/SEC/UFRPE), é docente do Centro de Ensino Experimental Ginásio Pernambucano – CEEGP. Recife, PE – BR. **Afonso Feitosa Reis Filho** (afonsoreis@ibest.com.br), licenciado em Química e especialista em Ciências (modalidade Química) pelo Projeto Pró-Ciências (convênio CAPES/FACEPE/SEC/UFRPE), é docente do CEEGP e Colégio Municipal José Firmino da Veiga – CMJFV. Recife, PE – BR. **Maria Angela Vasconcelos de Almeida** (angelava@terra.com.br), doutora em Educação pela UFPE, é docente da UFRPE/Departamento de Química. Recife, PE – BR. **Minancy Gomes de Oliveira** (mina_jesus@bol.com.br), licenciada em Biologia e mestre em Ciências Biológicas pela UFPE, é docente do CEEGP. Recife, PE – BR. **Avany Martins de Arruda** (avany_arruda@yahoo.com.br), licenciada em Biologia e mestre em Educação nas Ciências pela UFRPE, é docente do CEEGP. Recife, PE – BR. **Valter de Assis Dantas** (vdantasm@uol.com.br), licenciado em Física e especialista em Física pela UPE, é docente do CEEGP. Recife, PE – BR. **Marcus Venício Juliano de Souza** (marcusceegp@yahoo.com.br), licenciado em Física e especialista em Ensino de Física pela UFRPE, é docente do CEEGP. Recife, PE – BR.

práticos para a aplicação em sala de aula de ciências. *Quím. nova esc.* – São Paulo-SP, BR., v. 4, n. 30, p. 34-41, 2008.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Quím. nova esc.* – São Paulo-SP, BR., v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HARTMANN, A.M. *Desafios e possibilidades da interdisciplinaridade no ensino médio*. 2007. 229 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

HARTMANN, A.M. e ZIMMERMANN, E. O trabalho interdisciplinar a partir do tema Sociedade Sustentável: um desafio para a Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17, 2007, São Luis. *Anais...* Disponível em: <www.sbfisica.org.br/eventos>. Acesso em: 12 nov. 2011.

MACHADO, N. J. *Educação: projetos e valores*. São Paulo: Escrituras, 2000.

MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. 5. ed. Trad. C.E.F. Silva e J. Sawaya. São Paulo: Cortez, 2002. p. 35-46.

PONTUSCHKA, N.N.; PAGANELLI, T.I. e CACETE, N.H. *Para ensinar e aprender Geografia*. São Paulo: Cortez, 2007.

SANTOS, W.L.P. e SCHNETZLER, R.P. Ensino de química e cidadania. *Quím. nova esc.* – São Paulo-SP, BR., v. 2, n. 4, p. 28-34, 1996.

SCHINITMAN, N.I. (Ed.). *Manual de metodologia de la enseñanza de la Química*. Córdoba: Gonzales Truccone, 1987. p. I.1-I.27.

THIESEN, J.S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação*, v. 13, n. 39, p. 545-598, 2008.

Abstract: Description of a pedagogical experience interdisciplinary: experimentation using as the context Capibaribe River. This article it deals with an interdisciplinary project done by biological, chemistry and physics teachers through practical experiments allowing the discussion and (re)construction of biological, chemistry and physics concepts, using the Capibaribe river as context of study. The investigation demonstrated that the experiments were important throughout the process, however what really deserved to be highlighted were the dialogs that occurred before and after each one, as well as the learning of concepts, procedures and attitudes demonstrated by the students.

Keywords: context, interdisciplinary, experiment.