

A Proposta Metodológica de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade em um Curso de Licenciatura em Química: Discutindo Informações de Corrente de E-mail

Tathiane Milaré

Este artigo tem como objetivo apresentar a proposta metodológica de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade de Gérard Fourez e discutir suas contribuições para o ensino de química. Relata-se o desenvolvimento de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade em uma turma de licenciandos em química. A situação-problema foi baseada em informações contidas em mensagem de corrente de e-mail sobre o uso de plásticos no preparo e armazenamento de alimentos. Como resultados, destacam-se a participação e o envolvimento dos licenciandos, a pesquisa em diferentes fontes, a discussão em sala de aula, a interdisciplinaridade e a aprendizagem da metodologia por meio da própria prática.

▶ alfabetização científica e tecnológica, Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, ensino de química ◀

126

Recebido em 26/01/2012, aceito em 13/09/2013

A abordagem temática e a resolução de situações-problema constituem metodologias que auxiliam na promoção de um ensino contextualizado e interdisciplinar. Em um ensino contextualizado, entende-se que conceitos e modelos são abordados relacionando-os com seu contexto de origem, utilizando-se a história da ciência, por exemplo, ou com seu uso pertinente, demonstrando aplicabilidade do que se aprende. Na perspectiva de uma abordagem interdisciplinar, o objeto em estudo é concebido de modo a ultrapassar os limites estabelecidos para uma determinada disciplina (Fourez; Lecompte; Mathy, 1997). No ensino de química, a construção do conhecimento químico atrelada à necessidade de compreensão de uma determinada temática torna-se um processo mais significativo para os estudantes. Por outro lado, para que o estudo se torne mais completo e possibilite o entendimento de sua complexidade, a abordagem de temas e situações

em sala de aula requer conhecimentos de diferentes áreas.

No entanto, é comum que professores encontrem dificuldades para desenvolver essas formas de abordagens, principalmente quando seu processo de formação foi essencialmente disciplinar e fragmentado. É de extrema importância o desenvolvimento de trabalhos com projetos interdisciplinares em cursos de licenciatura, que auxiliem os futuros professores na concepção de trabalhos com esse enfoque voltados para a educação básica. Assim, o objetivo deste trabalho é relatar uma experiência vivenciada em um curso de licenciatura em química, na qual dez licenciandos de uma universidade pública da região sul do país participaram de um projeto interdisciplinar na construção do conhecimento por meio do desenvolvimento de uma Ilha

A IIR é uma proposta metodológica de Fourez (2005) que visa contribuir com o processo de alfabetização científica e tecnológica. Nesse processo, o uso metafórico da palavra alfabetização remete a saberes e capacidades relacionadas aos conhecimentos científicos e tecnológicos necessários aos indivíduos no mundo tecnológico e científico atual. Nesse sentido, o ensino das ciências não pode limitar-se ao ensino de conceitos. Um indivíduo alfabetizado científica e tecnologicamente, além de possuir conhecimentos acerca da ciência e da tecnologia, é capaz de utilizá-los para compreender e discutir fenômenos de seu entorno e outros temas relevantes para a sociedade, refletindo criticamente sobre seu processo de construção.

Interdisciplinar de Racionalidade (IIR).

A IIR é uma proposta metodológica de Fourez (2005) que visa contribuir com o processo de alfabetização científica e

tecnológica. Nesse processo, o uso metafórico da palavra *alfabetização* remete a saberes e capacidades relacionadas aos conhecimentos científicos e tecnológicos necessários aos indivíduos no mundo tecnológico e científico atual. Nesse sentido, o ensino das ciências não pode limitar-se ao ensino de conceitos. Um indivíduo alfabetizado científica e tecnologicamente, além de possuir conhecimentos acerca da ciência e da tecnologia, é capaz de utilizá-los para compreender e discutir fenômenos de seu entorno e outros temas relevantes para a sociedade, refletindo criticamente sobre seu processo de construção. Segundo Fourez (2005), a alfabetização científica e tecnológica possui três principais finalidades ou objetivos pedagógicos: a *autonomia*, a *comunicação* e o *domínio*. Parte-se do princípio de que determinados conhecimentos científicos e tecnológicos favorecem o desenvolvimento da autonomia dos indivíduos, uma vez que auxiliam na compreensão de fenômenos e podem ser considerados na tomada de decisões. Diversos temas tratados na mídia, como o uso de células tronco, acidentes nucleares, entre outros, requerem dos indivíduos o domínio de determinados conhecimentos para serem compreendidos. Também são essenciais na comunicação, pois permitem entender, avaliar e discutir, por exemplo, notícias que envolvem ciência e tecnologia, bastante frequentes na mídia. É desejável que os indivíduos dominem determinados conhecimentos no sentido de promover o saber-fazer e o poder-fazer, ou seja, saibam como e quando utilizar os conhecimentos, dando a eles o melhor direcionamento.

Nesse contexto, a IIR refere-se a uma representação teórica de determinadas situações, tecnologias ou conceitos sobre os quais se pretende discutir e atuar (Fourez; Lecompte; Mathy, 1997; Fourez, 2005). O termo Ilha trata de uma metáfora que “evoca conhecimentos emergentes de um oceano de ignorância” (Fourez, 2005, p. 69). Já a Racionalidade é evocada “no sentido de focalizar um modelo discutível, modificável, eventualmente mais fechado, em função de sua pertinência em relação ao projeto que o sustenta (e não em função de uma verdade abstrata e/ou geral)” (p. 69-70). A interdisciplinaridade insere-se na necessidade de se utilizar os saberes de múltiplas disciplinas, inclusive saberes do cotidiano, na construção da representação. Nas palavras de Fourez (2005, p. 70), “a construção de uma Ilha de Racionalidade implica em cruzar saberes provenientes de diversas disciplinas e dos conhecimentos da vida cotidiana para estruturar um modelo (ou uma representação ou uma teorização) interessante, em um contexto definido”.

Inicialmente, é necessário que o professor elabore uma situação problema para desenvolver uma IIR. Para isso, vários fatores devem ser considerados como o contexto em que a Ilha será desenvolvida, sua finalidade, os destinatários a quem o projeto será voltado, o tipo de produto final que

Além da situação problema, o professor também precisa elaborar um planejamento de ensino, que inclui o reconhecimento da realidade dos estudantes, uma previsão de como será feito o processo em sala de aula e a avaliação, além da obtenção de elementos que subsidiem a reestruturação dos próximos planos.

será elaborado, o tempo legal, o tempo didático e o conteúdo programático da disciplina (Schmitz; Pinho-Alves, 2004). O problema a ser apresentado aos estudantes deve ser: i) “percebido pelos alunos como um problema”; ii) “adaptado ao nível de conhecimento dos alunos”; iii) “suficientemente instigador para que os alunos sintam necessidade de abordá-lo”; iv) “executável no intervalo de tempo disponível”; v) “passível de abordagens multidisciplinares”; e vi) “percebido com alguma importância extraclasse” (Pietrocola et al., 2003, p. 147). Para Schmitz e Pinho-Alves (2004, p. 5), “é necessário que

a situação-problema apresente uma sétima característica, que evidencie a presença do lado humano. Esta sétima característica deveria envolver princípios, valores, normas implícitas ou explícitas”.

Além da situação-problema, o professor também precisa elaborar um planejamento de ensino, que inclui o reconhecimento da realidade dos estudantes, uma previsão de como será feito o processo em sala de aula e a avaliação, além da obtenção de elementos que subsidiem a reestruturação dos próximos planos. Nesse contexto, Fourez (2005) sugere algumas etapas para orientar o desenvolvimento da IIR. Uma breve descrição dessas etapas é apresentada a seguir.

- i. *Elaboração de clichê da situação estudada* – Trata-se de uma “tempestade de ideias” que ocorre após a apresentação da situação-problema. É quando os participantes levantam questões sobre a situação, baseadas em suas hipóteses e ideias iniciais, ou seja, a elaboração das perguntas é subsidiada pelos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto.
- ii. *Panorama espontâneo* – Faz-se um levantamento dos fatores que podem ser considerados no desenvolvimento da IIR, como as pessoas envolvidas, as normas e condições impostas pela situação apresentada, as posturas e tensões (possíveis escolhas, atitudes e controvérsias), as caixas-pretasⁱ (conhecimentos necessários na IIR, mas que os participantes ainda não possuem), as bifurcações (caminhos possíveis para a resolução do problema), os especialistas e especialidades (áreas de conhecimento) envolvidos com o tema.
- iii. *Consulta aos especialistas e especialidades* - Os especialistas considerados na etapa anterior são escolhidos e consultados conforme a necessidade. São consideradas especialistas as pessoas que possuem domínio sobre determinado assunto, permitindo que professores, alunos e outras pessoas da comunidade escolar desempenhem esse papel. Essa consulta pode ser feita por meio de palestras sobre o tema, conversas, entrevistas ou durante as aulas, quando o professor de alguma disciplina for o especialista considerado. A explanação deverá atender às dúvidas e aos pontos

considerados importantes pelos participantes da IIR. Nessa etapa, o tema é abordado sob o ponto de vista da especialidade consultada, trazendo novos conhecimentos ao grupo.

- iv. *Indo a campo* – Trata-se de um momento dedicado a visitas técnicas, realização de experimentos, entre outros, com o objetivo de articular aspectos teóricos com a prática. Os estudantes podem desenvolver atividades experimentais que julgarem pertinentes, testando suas hipóteses ou ainda visitar locais relacionados com o tema desenvolvido como museus, bibliotecas, exposições, comércio, entre outros.
- v. *Abertura aprofundada de caixas-pretas e busca de princípios disciplinares* – É quando as caixas-pretas relacionadas às disciplinas específicas podem ser abertas. Os conhecimentos, então, são estudados e discutidos mais profundamente sob a perspectiva de determinadas áreas de conhecimento.
- vi. *Esquema global da situação estudada* – Elabora-se uma síntese ou um esquema geral da IIR. Pode ser feito por meio de um resumo ou figuras que representem o que foi realizado e as decisões tomadas até o momento.
- vii. *Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas* – Etapa em que a autonomia do grupo se destaca. Trata-se de buscar conhecimentos, aprofundando-se em determinadas questões, sem a ajuda de especialistas da área, e favorecendo as discussões entre os participantes.
- viii. *Síntese da IIR produzida* – Elabora-se uma síntese da IIR, que pode ser feita oralmente ou por escrito, considerando a resposta à situação-problema e a criação de um produto final, que pode ser um texto, uma maquete, um relatório, um cartaz etc. O produto final é a representação concreta do que foi aprendido pelos participantes no decorrer da Ilha.

As etapas apresentadas consistem em uma forma de direcionar o trabalho a ser desenvolvido. Às vezes, não é necessário cumprir todas elas, outras vezes, mais de uma etapa são cumpridas em um mesmo momento. Tudo isso dependerá do contexto, dos objetivos, do envolvimento dos participantes etc.

IIR no contexto da licenciatura em química: discutindo sobre o uso dos plásticos no preparo e armazenamento dos alimentos

As atividades ocorreram em uma disciplina de ensino de

química, quando os licenciandos estavam estudando sobre as diferentes perspectivas de alfabetização científica (Milaré; Richetti; Alves-Filho, 2009) e ainda sobre a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no ensino de ciências (Auler et al., 2005; Nascimento; Von Linsingen, 2006; Vaz; Fagundes; Pinheiro, 2009). Portanto, desenvolver a IIR também teve como objetivo o estudo da própria proposta metodológica para posterior discussão das possibilidades e limitações de sua aplicação no ensino médio. A seguir, será apresentado como ocorreu o trabalho com os licenciandos e suas opiniões sobre o que foi desenvolvido.

A situação-problema

A situação-problema apresentada aos licenciandos foi elaborada considerando outros aspectos, além daqueles apresentados anteriormente. Buscou-se um tema que estivesse relacionado a assuntos estudados em disciplinas específicas da área de química, presentes na grade curricular do 3º ano do curso como forma de aproximar a IIR dos conhecimentos que estavam sendo vistos em outras aulas. Desse modo, a situação-problema criada envolveu conhecimentos da química orgânica, uma das disciplinas específicas com maior carga horária no curso e na qual os alunos encontram dificuldades.

Considerou-se também a possibilidade de relação com o contexto do ensino médio, como forma de promover a discussão e reflexão sobre o ensino de química nesse nível de ensino e a aproximação com a realidade, como forma de abordar a necessidade da alfabetização científica e tecnológica.

A situação-problema foi baseada em uma corrente de e-mail, que alerta as pessoas sobre o uso de plásticos no forno micro-ondas e no freezer. As correntes de e-mail são mensagens de correio eletrônico, enviadas a inúmeros destinatários sem que sejam

solicitadas, muitas vezes, com o objetivo de disseminar falsas informações. Também conhecidas como *spam* ou *hoaxes*, essas mensagens tratam de determinados assuntos, alertando os destinatários sobre situações ou comportamentos, geralmente relacionados à saúde e à segurança. Na mensagem de e-mail utilizada para criar a situação-problema, pede-se às pessoas que não utilizem plásticos para armazenar alimentos na geladeira ou aquecê-los no forno micro-ondas, uma vez que esses processos liberariam dioxinas causadoras de câncer. Por se tratar de uma mensagem bastante divulgada na internet, é algo próximo da realidade de quem utiliza correio eletrônico, mas que, muitas vezes, não possui conhecimentos suficientes para julgar a veracidade das informações.

A situação-problema apresentada aos licenciandos foi elaborada considerando outros aspectos, além daqueles apresentados anteriormente. Buscou-se um tema que estivesse relacionado a assuntos estudados em disciplinas específicas da área de química, presentes na grade curricular do 3º ano do curso como forma de aproximar a IIR dos conhecimentos que estavam sendo vistos em outras aulas. Desse modo, a situação-problema criada envolveu conhecimentos da química orgânica, uma das disciplinas específicas com maior carga horária no curso e na qual os alunos encontram dificuldades.

Para apresentação da situação-problema, elaborou-se um texto de e-mail no qual o remetente é um estudante do ensino médio (fictício). O texto, transcrito a seguir, foi entregue impresso aos licenciandos, após algumas aulas com explanação da professora sobre a alfabetização científica e tecnológica (Fourez, 2005) e os objetivos da IIR.

Olá, estudantes de licenciatura em química! Tudo bem com vocês?

Meu nome é Léo, estou no 1º ano do ensino médio e, algum tempo atrás, recebi um e-mail dizendo que os plásticos que utilizamos no dia a dia liberam dioxinas que causam câncer e isso me deixou bastante pensativo. Será verdade?

Ao pensar no assunto, resolvi escrever este e-mail a vocês, estudantes de química. Gostaria de saber sobre a veracidade das informações contidas no e-mail que recebi (cópia abaixo) e a resposta à seguinte questão: Como escolher adequadamente os recipientes para colocar os alimentos no micro-ondas e no freezer?

Aguardo ansiosamente pela resposta!

Um abraço a todos,

Léo ;)

O e-mail a que se refere Léo apresenta as informações descritas a seguir. De fato, trata-se de uma corrente de e-mail divulgada na internet. A autora deste trabalho, por exemplo, recebeu esta mensagem no correio eletrônico mais de uma vez, o que possivelmente também pode ter ocorrido com os leitores, se não exatamente com esse mesmo conteúdo, certamente com características semelhantes.

Por favor, circulem entre os vossos familiares e amigos:

(Johns Hopkins – notícias sobre o câncer)

Nenhum recipiente de plástico no micro-ondas. Nenhuma água em garrafa no congelador. Nenhuma cobertura de plástico no micro-ondas. A dioxina causa câncer, principalmente de mama.

As dioxinas são altamente venenosas às células do nosso corpo. Não congele água em garrafa de plástico, isso liberta a dioxina do plástico.

Recentemente, Edward Fujimoto, Gerente do Programa Wellness, no Castle Hospital, esteve num programa de televisão explicando esse perigo. Ele falou sobre a dioxina e como ela é perigosa para nós:

1. Não devemos aquecer a nossa comida em recipientes de plástico no micro-ondas. Isso se aplica especialmente a comidas que contêm gordura.

2. A combinação de gordura e calor alto liberta a dioxina do plástico na comida e, no final das contas, nas células do corpo...

3. Ao invés, ele recomenda o uso de vidro, como Pyrex, ou recipientes cerâmicos para aquecer comida... Obtêm-se os mesmos resultados, só que sem a dioxina. Coisas como comida instantânea, sopas etc.

devem ser removidas da embalagem e aquecidas num outro recipiente qualquer.

4. Papel não é ruim, mas não se sabe o que ele contém. É mais seguro usar vidro temperado etc. Há algum tempo, alguns restaurantes de fast food eliminaram os recipientes de espuma para embalar. O problema da dioxina é uma das razões.

5. O papel aderente também é perigoso quando posto sobre comidas para cozinhar no micro-ondas. O calor alto faz as toxinas venenosas derreterem e saírem do plástico, pingando na comida. Em vez disso, cubra a comida com uma toalha de papel.

Este é um artigo que deve ser reenviado para toda a gente que conheceres. Em nome da nossa saúde, obrigado.

Nota-se que a mensagem tenta alertar os leitores apresentando explicações sucintas, sem, no entanto, apresentar argumentos mais fundamentados e profundos. Também são citados, no texto, conceitos frequentemente estudados nas áreas da ciência (calor, células, micro-ondas), diversos materiais (plástico, papel, espuma, vidro, cerâmica etc.) e atitudes cotidianas (aquecer e cobrir alimentos, congelar a água). Essas características indicam o potencial do texto para ser utilizado na problematização de situações e na promoção de discussões que envolvem, ao mesmo tempo, situações cotidianas, conhecimentos do senso comum e conhecimentos científicos (Milaré; Richetti; Alves-Filho, 2011).

Desenvolvimento da Ilha

Depois da leitura do e-mail de Léo e da mensagem sobre o uso dos plásticos, ocorreu a tempestade de ideias (etapa elaboração de clichê da situação estudada). Os licenciandos, com estímulo e orientação da professora, elaboraram mais de 25 questões, que foram anotadas na lousa: *Que tipo de substância são as dioxinas? Quais são os componentes do plástico? Quais são os efeitos da temperatura no plástico? Como funciona o micro-ondas? Como as toxinas atuam no organismo? O câncer é causado pelas dioxinas? Porque usar o vidro? Quais são as vantagens do uso do vidro sobre o plástico? Qual é o efeito da gordura sobre o plástico? O plástico libera toxinas? Quem é Johns Hopkins? A fonte é segura? Quais são as causas do câncer? Quem é o Léo? Porque não congelar água em garrafas de plástico, se as forminhas são de plásticos? O que pode ser usado para congelar? Por que o plástico libera dioxinas quando congelado? Todos os plásticos são iguais? Quais os tipos de plásticos existentes? Qual plástico não libera dioxina? Qual a composição do papel? Só as micro-ondas liberam dioxinas? Todas as dioxinas causam o câncer? Por que o plástico é utilizado? O que é dioxina? Todo plástico libera dioxinas prejudiciais? A dioxina é prejudicial? É relevante destacar que todos os licenciandos participaram efetivamente dessa primeira etapa, bastante espontânea, não havendo correções ou direcionamento das perguntas formuladas. Essa foi a aula*

em que os licenciandos mais fizeram perguntas, dentre todas as demais aulas da disciplina.

Formular perguntas é extremamente importante no processo de aprendizagem. Quando um estudante sente a necessidade de perguntar sobre algo é porque, no mínimo, refletiu sobre o assunto, estabeleceu relações entre diferentes conhecimentos e reconheceu que não sabe algo. Para Souza (2009, p. 3),

“[...] o processo de reconhecer o que não sabe já é uma sabedoria, é um patamar acima daquele que ainda não construiu perguntas para resolver possíveis conflitos ou faltas de informações num determinado contexto de relação de conceitos”.

As perguntas elaboradas nessa etapa, além de fornecerem indícios dos conhecimentos iniciais dos licenciandos sobre o assunto, direcionam todo o desenvolvimento da Ilha. Ficou claro, por exemplo, que eles desconheciam o que são as dioxinas e também os plásticos. Caso os estudantes tivessem domínio sobre esses conhecimentos, provavelmente as perguntas seriam outras, contemplando conhecimentos científicos mais específicos ou conhecimentos de áreas diferentes de sua formação química. Consequentemente, a IIR é desenvolvida conforme as perguntas elaboradas. Segundo Alves-Filho e Souza (2009, p. 2),

O que tem se percebido é que as atividades previstas (etapas), durante a realização da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, são mais eficientes e alcançam resultados mais elaborados em função do engajamento efectivo dos alunos na construção da resposta solicitada. Mais ainda, que a qualidade dos questionamentos envolvidos no decurso das etapas, indicam que, além da melhor qualidade do trabalho, um maior desenvolver dos atributos estabelecidos (autonomia, comunicação e domínio).

Assim, em outro momento, as questões foram revistas, reelaboradas e divididas em categorias baseadas nas áreas científicas e na investigação da mensagem utilizada na situação-problema (etapa panorama espontâneo). Essa categorização foi criada em um trabalho coletivo dos estudantes, que decidiram agrupar as questões conforme se relacionavam a aspectos químicos (composição e propriedades dos plásticos, vidro, papel e dioxinas etc.), aspectos físicos (efeito do calor nos plásticos, uso dos plásticos e vidro, funcionamento do forno micro-ondas etc.), aspectos biológicos (causas do câncer, efeitos das dioxinas no corpo humano etc.) e ao histórico do e-mail (segurança da fonte de informações da mensagem e investigação sobre a identidade das pessoas citadas no e-mail da situação-problema). Também foram listados na lousa alguns aspectos que poderiam ser considerados no desenvolvimento da IIR, como caixas-pretas (conhecimentos sobre as dioxinas, seu efeito no organismo e funcionamento do forno micro-ondas), especialidades envolvidas (medicina,

química, engenharia de materiais e de alimentos), pessoas (dona de casa que utiliza plásticos no armazenamento dos alimentos), normas e especificações (manuais do forno de micro-ondas e do freezer, normas do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO) e bifurcações passíveis de escolha do que investigar ou não (quais tipos de câncer, de dioxinas, de plástico e de vidro seriam pesquisados).

Os licenciandos dividiram-se em grupos e cada um deles ficou responsável por responder às questões de uma ou duas categorias. As respostas foram apresentadas em aulas posteriores, por meio de seminários elaborados pelos grupos, com pesquisas em fontes diversas, inclusive com consulta a alguns especialistas, como o próprio professor da disciplina de química orgânica e colegas estudantes de engenharias de materiais e de alimentos (etapas: indo a campo, abertura aprofundada de caixas-pretas, busca de princípios disciplinares e consulta aos especialistas e especialidades).

Como as questões a serem respondidas estavam divididas por área, mas todas diziam respeito à mesma situação-problema, os licenciandos precisavam das respostas e do envolvimento de todos os grupos para alcançarem os objetivos. Assim, quando um grupo não apresentava as respostas de maneira satisfatória, os demais grupos questionavam e discutiam sobre o assunto. Esse foi outro aspecto positivo do desenvolvimento da IIR: promover o questionamento e a discussão por meio da iniciativa dos próprios licenciandos, o que dificilmente ocorria nas apresentações de seminários pelos colegas de turma.

Durante as apresentações, alguns conhecimentos eram aprofundados apenas discutindo-se sobre o assunto, o que Fourez (2005) denomina de “abertura de caixas-pretas sem ajuda de especialistas”. Durante abordagem do efeito do calor no plástico e a possibilidade de formação das dioxinas a partir de produtos químicos ou combustão (Assunção; Pesquero, 1999), por exemplo, surgiu uma dúvida sobre a temperatura que o alimento alcança quando aquecido no forno micro-ondas. No momento, não havia materiais como livros ou computadores que pudessem ser consultados em busca dessa informação. Dessa forma, discutiu-se sobre a presença de água nos alimentos, sobre o ponto de ebulição da água e se, ao preparar os alimentos no forno micro-ondas, era fornecida energia suficiente para evaporar toda a água. Por meio da discussão das hipóteses, chegou-se à conclusão de que, quando utilizado adequadamente para preparação dos alimentos, a temperatura no forno de micro-ondas não seria tão alta a ponto de formar quantidades significativas de dioxinas tóxicas, caso houvesse os reagentes necessários para isso. Outras caixas-pretas abertas sem a ajuda de especialistas referiram-se à estrutura dos polímeros, à cinética química dos processos em estudo e sobre as possíveis causas do câncer.

Durante as aulas, os licenciandos assistiram a um vídeo sobre o funcionamento do forno micro-ondas e utilizaram uma das simulações do site do Laboratório Didático Virtual (Labvirt Física - <http://goo.gl/gT8Ze>) sobre tempo e calor necessários para aquecer a água no forno micro-ondas (etapa

indo a campo). Esse foi um momento importante em que se viu como é possível contextualizar o ensino de conceitos estudados em termoquímica.

Também foram consultados manuais de forno micro-ondas, freezer e geladeira para avaliar quais informações os fabricantes disponibilizavam aos consumidores em relação aos tipos de recipientes a serem utilizados nesses eletrodomésticos (etapa indo a campo). Os licenciandos chegaram à conclusão de que esses manuais não traziam informações suficientes sobre os recipientes a serem utilizados nesses equipamentos. Atividades como essa podem estimular a capacidade de análise crítica dos estudantes como consumidores, além de aproximá-los da linguagem e informações apresentadas nesses manuais. Alguns licenciandos disseram nunca ter buscado informações em manuais desse tipo.

No projeto, foram incluídas ainda discussões sobre como encontrar fontes confiáveis de pesquisa e quando o conhecimento pode ou não ser considerado científico. Isso porque na mensagem que gerou a situação-problema havia indicação de uma pessoa e sua instituição, que seriam os responsáveis pelos estudos sobre dioxinas, mas não foram encontradas nas pesquisas realizadas pelos licenciandos. Durante uma aula, os licenciandos foram levados ao laboratório de informática e orientados sobre a pesquisa em periódicos científicos, utilizando o site da biblioteca da universidade e o portal de periódicos da CAPES. Foi apresentado o que são as referências bibliográficas e as normas da Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), no sentido de aproximar os licenciandos dos artigos e linguagem científicos.

O produto final

Foi estabelecido que o produto final da IIR seria uma carta resposta ao estudante Léo (etapas esquema global da situação estudada e síntese da Ilha produzida). A redação da carta foi feita com a participação de todos os licenciandos e, durante esse processo, ocorreram muitas negociações sobre qual a linguagem mais adequada e quais dos conhecimentos estudados deveriam ou não ser explicados em uma carta direcionada a um estudante de 1º ano do ensino médio. Uma transcrição da carta redigida é apresentada a seguir.

Prezado Léo, estivemos estudando seu e-mail e chegamos, por meio de pesquisas, às seguintes conclusões: respondendo a sua primeira pergunta a respeito do plástico que utilizamos no dia a dia, conclui-se que o fato de o plástico liberar dioxinas não é verdadeiro nas condições apresentadas. No entanto, a dioxina existe, porém é necessária uma grande quantidade de calor para a dioxina ser liberada e absorvida pelo alimento, que o micro-ondas não fornece. A dioxina é um composto orgânico formado por cloro, oxigênio e em altas temperaturas (200° a 400° C) ou em presença de outras enzimas.

Também devemos lembrar que existem diversos tipos de plásticos. De acordo com nossas pesquisas,

o tipo de plástico que poderia liberar dioxinas seria o PVC (policloreto de vinila) identificado pelo número “3”, pois contém cloro na sua composição, o qual, reagindo com matéria orgânica em altas temperaturas, forma a dioxina. Com relação a ela se fixar na gordura, se o plástico utilizado não libera dioxina, não há problemas com relação à gordura. As utilizações de plásticos devem seguir as recomendações do fabricante. Vai uma dica para escolha de recipientes: veja sempre a indicação das embalagens próprias para uso de micro-ondas, indicações do fabricante do produto alimentício para armazenamento deste. Com relação a congelar água em garrafa PET, não há a liberação da dioxina, porque para esta ser formada, necessita-se de calor (altas temperaturas) e o resfriamento inibe essa liberação.

A carta elaborada é sucinta e não contém todas as informações e questões discutidas durante todo o projeto. No entanto, essa foi uma decisão tomada pelos licenciandos, após debates, sem interferência da professora. Eles decidiram redigir uma carta com linguagem simples e informações mais compreensíveis a um estudante que está iniciando seus estudos no ensino médio. Embora não tenha ocorrido, esse seria um momento oportuno para o estudo do processo de transposição didática (Chevallard, 1985).

As dioxinas

Dioxinas é o termo utilizado para denominar um grupo de compostos policlorados formados por dois anéis benzênicos ligados um ao outro por dois átomos de oxigênio (Figura 1). Os átomos de cloro (Cl) substituem átomos de hidrogênio (H) nos anéis benzênicos (nas posições indicadas por números na Figura 1), originando diferentes compostos, ou seja, diferentes dioxinas. As dioxinas com mais átomos de cloro em sua estrutura são as mais prejudiciais ao meio ambiente. Dentre elas, a mais conhecida por sua alta toxicidade é a 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD). Elas são formadas principalmente por processos químicos industriais e por processos térmicos em temperaturas entre 250°C e 350°C. Embora essa faixa de temperatura possa ser considerada baixa em processos industriais ou laboratoriais, é importante observar que os licenciandos a conceberam como alta, provavelmente por considerarem a vivência de um estudante do ensino médio, a quem o e-mail foi direcionado. Em situações cotidianas, temperaturas de 200°C a 400 °C são altas.

As dioxinas podem ser geradas, por exemplo, por meio da combustão de materiais plásticos de policloreto de vinila (PVC), o que tem comprometido o uso do PVC em embalagens e outros materiais (Forlin; Faria, 2002). Talvez as possíveis relações entre PVC, plástico, combustão e aquecimento tenham originado o conteúdo da mensagem de e-mail, assim como o impacto das dioxinas na saúde e no meio ambiente. De fato, as dioxinas são poluentes orgânicos e o

contato com ela pode causar lesões na pele e alterações no fígado. O contato prolongado pode afetar o sistema imunológico, nervoso, endócrino e funções reprodutivas. Algumas dioxinas, como o TCDD, têm sido apontadas como agente cancerígeno (CETESB, 2012).

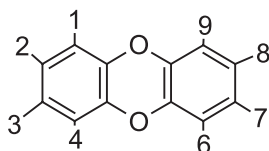


Figura 1: Estrutura das dioxinas.

Discussão sobre a Ilha Realizada

As etapas da Ilha foram desenvolvidas conforme a necessidade, não obedecendo a uma ordem e, em muitos momentos, foram realizadas mais de uma etapa concomitantemente. Após a apresentação da situação-problema e definições do percurso da Ilha, algumas aulas foram destinadas ao estudo do enfoque CTS no ensino de ciências. Assim, foi dado um tempo para a realização da pesquisa, pois a apresentação das respostas às perguntas não foram solicitadas de uma semana para a outra e os assuntos estudados nas demais aulas tinham relação direta com a alfabetização científica.

Os licenciandos desconheciam as etapas da IIR (Fourez, 2005) enquanto a desenvolviam, ou seja, não sabiam qual das etapas estava sendo feita em cada momento. Isso só ocorreu após o desenvolvimento do projeto, quando os licenciandos aprofundaram seus estudos nos pressupostos teóricos da IIR, por meio de aulas expositivas dialogadas e leitura de um artigo sobre o desenvolvimento dessa metodologia com estudantes do ensino médio (Pinheiro; Alves-Filho, 2005). Por um lado, essa sequência limitou, de certa forma, as relações estabelecidas pelos licenciandos entre teoria e prática, uma vez que, ao estudarem os pressupostos teóricos, era necessário relembrar as atividades realizadas e os caminhos percorridos anteriormente. É possível que algumas ações não tenham sido efetivamente discutidas durante o estudo da teoria. Por outro lado, os estudantes realizaram as atividades propostas procurando resolver a situação-problema apresentada com grande envolvimento, sem se prenderem ao cumprimento de cada uma das etapas de forma sistemática.

Para finalizar o estudo da alfabetização científica e tecnológica e da proposta metodológica de IIR, os licenciandos responderam a algumas questões sobre o projeto e pensaram em novas propostas de situações-problema, prevendo o que poderia ser estudado em aulas de química do ensino médio. Entre os temas das propostas estavam “*O que fazer com o excesso de lixo produzido na cidade?*” e “*Quais as vantagens e desvantagens da instalação de uma usina nuclear na cidade?*”.

A elaboração da situação-problema não é um processo simples e requer que o professor considere diversos aspectos, como já discutido. Ao refletir sobre a proposta, é inevitável que o professor também considere o conteúdo

programático para a série. Assim, algumas situações podem ser mais indicadas para uma determinada série do que para outras. O debate sobre o excesso de lixo produzido na cidade pode contemplar mais conteúdos do 1º e 2º anos do ensino médio, enquanto os conteúdos comumente trabalhados em química do 3º ano podem ser tratados com mais facilidade no debate das vantagens e desvantagens da instalação de uma usina nuclear.

O tempo necessário para elaboração e desenvolvimento da Ilha também pode ser visto como um obstáculo para sua execução. O professor necessita de tempo para planejar as atividades e também para desenvolver pesquisas, o que nem sempre é possível para aqueles que possuem elevada carga-horária de trabalho dentro da sala de aula. No ensino médio, em muitos casos, a disciplina de química é ministrada em duas aulas semanais e é conhecido da comunidade escolar que, em muitos casos, esse tempo também é utilizado para outras atividades como reuniões de pais, eventos, comemorações etc. É um desafio para o professor administrar atividades que demandem tempo nesse contexto.

No entanto, a IIR permite a abordagem integrada de diferentes conteúdos e de diferentes disciplinas. Os conceitos trabalhados não são fragmentados e são contextualizados pela situação-problema. Isso favorece o aprendizado e, no caso da química, auxilia na sua compreensão, reduzindo o preconceito existente de que se trata de uma ciência extremamente abstrata, difícil e longe da realidade.

No caso da experiência no curso de licenciatura, a proposta desenvolvida também auxiliou no processo de conscientização dos licenciandos acerca da falta de domínio sobre determinados conhecimentos químicos, como no caso do conceito de plástico e das substâncias orgânicas conhecidas como dioxinas. Por se tratar de um curso de química, isso permitiu que os licenciandos autoavaliassem seu aprendizado.

A promoção dos objetivos da alfabetização científica na opinião dos licenciandos

Fourez (2005) propõe algumas questões para serem respondidas ao término da IIR, que se relacionam com os objetivos da alfabetização científica e tecnológica. São elas: O que estudamos durante o desenvolvimento da Ilha nos ajuda a lidar com situações do contexto considerado? Desenvolver este projeto nos deu certa autonomia no mundo científico-técnico na sociedade em geral? Em que os saberes obtidos nos ajudam a discutir com mais precisão para a tomada de decisões? Foi possível obter uma representação de nosso mundo e de nossa história que nos permita melhor situar-nos e fornecer uma real possibilidade de comunicação com os outros? (Fourez, 2005). Essas questões foram respondidas por escrito por seis dos dez alunos que participaram da IIR. Por meio das respostas dadas, é possível destacar que, segundo os próprios licenciandos, o desenvolvimento da IIR contribuiu na promoção dos objetivos da alfabetização científica e tecnológica.

No que se refere à *autonomia*, um dos licenciandos (Estudante 2) respondeu que “a autonomia que ‘recebemos’ é a autonomia de informações bombardeadas, ou seja, não dependemos de tais informações, buscamos informações confiáveis e corretas para compreendermos o assunto”. Segundo o estudante 3, “percebemos que ao fazer levantamentos de questões de qualquer contexto, podemos chegar até as respostas de forma autônoma, mas existe a necessidade de buscar especialistas nas determinadas áreas para orientações, mas todos [nós] temos autonomia para buscar conhecimentos”. Nota-se que os licenciandos perceberam-se como indivíduos autônomos capazes de buscar informações e construir o conhecimento, mesmo que para isso necessite de pessoas e conhecimentos de outras áreas, afinal, não se pode saber tudo sobre tudo. Nesse contexto, a autonomia encontra-se na capacidade de ir atrás das respostas para questões que inquietam o indivíduo.

A *comunicação*, outro objetivo da alfabetização científica e tecnológica, ficou evidente em todo o desenvolvimento da IIR devido ao envolvimento dos licenciandos nas discussões e nos questionamentos. Nas palavras do estudante 1, “o projeto permitiu, sim, avaliar um fato de forma mais crítica, de maneira coletiva e comunicativa, favorecendo não só a discussão entre o grupo, mas a comunicação em diferentes saberes”. Na elaboração do produto final – a carta resposta ao Léo –, como já apontado anteriormente, as discussões intensificaram-se no sentido de decidir quais e como as informações deveriam ser apresentadas. É possível verificar isso em uma das respostas dadas pelo estudante 4: “a Ilha [...] nos fez pensar como formar as questões, cada grupo teve que dar suas opiniões e, depois, juntamos todas as ideias para montar uma única resposta. [...] quando juntamos as partes, cada um queria de uma forma, nós tivemos que nos organizar e se comunicar de uma mesma maneira para realizar o trabalho”.

A IIR permitiu que os licenciandos construíssem conhecimentos, levando-os ao *domínio* dos assuntos estudados. Segundo os licenciandos, “quando solicitado nos for esse assunto, independente da situação, saberemos discutir e se por acaso faltar conhecimento ou gerar insegurança ao afirmar conceitos, teremos em mente que há várias ferramentas de pesquisa, para confirmar e desmistificar prováveis ‘achismos’” (estudante 6); “o conhecimento obtido sobre o assunto-problema ficou bem claro, podendo assim ser repassado com segurança para outras pessoas que tenham interesse ou curiosidade sobre o tema, pois este assunto que foi trabalhado na ilha está em nosso mundo” (estudante 5).

Considerações finais

Neste trabalho, foi relatado o desenvolvimento de uma IIR em um curso de licenciatura em química, que proporcionou aos licenciandos uma forma diferenciada de estudar conhecimentos químicos (dioxinas, polímeros, reações

químicas, cinética química, entre outros), articulando-os com conhecimentos de outras áreas e com um propósito bem definido: responder a uma carta. Os licenciandos puderam estudar a proposta metodológica de Fourez (2005) por meio da prática e também propuseram situações-problema voltadas para o ensino médio, o que facilitou a compreensão de como efetuar o projeto em sala de aula. Merecem ser destacados ainda a participação e o envolvimento dos licenciandos durante toda a IIR, assim como as contribuições do projeto ao processo de alfabetização científica e tecnológica.

A experiência em projetos interdisciplinares e contextualizados, no processo de formação inicial, fornece subsídios para que os futuros professores desenvolvam ações semelhantes na educação básica. Ao se sentirem instigados pela situação-problema e verificarem que o aprendizado de conceitos de maneira contextualizada é mais significativo e atraente, a prática

do ensino dogmático e propedêutico perde o sentido para os licenciandos.

A IIR também pode ser desenvolvida em torno de outros temas e situações-problema. Pietrocola, Alves-Filho e Pinheiro (2003), por exemplo, desenvolveram com licenciandos em física uma Ilha que abordava problemas com choque-elétrico durante o banho. Numa abordagem muito próxima da Ilha, Regiani et al. (2012) abordaram situações da perícia criminal em uma atividade investigativa. No âmbito do ensino médio, Pinheiro e Alves Filho (2005) desenvolveram uma Ilha com estudantes do 2º ano em torno da questão: como devemos proceder para manter uma residência de um pavimento, de 60 m², situada na região sul do Brasil, a uma temperatura ambiente de 20 °C? Há inúmeras possibilidades de situações-problema que podem ser desenvolvidas, tanto com professores em formação como com alunos do ensino médio. Espera-se que o relato apresentado inspire outras ações no sentido de auxiliar o processo de alfabetização científica no ensino de química, tanto na educação básica quanto na educação superior.

Nota

i Caixa-preta refere-se a um objeto, uma situação ou uma noção teórica que se utiliza sem necessariamente ter conhecimentos mais profundos relativos a ele. Por exemplo: a noção de reação química pode ser considerada uma caixa-preta quando a compreensão de seu mecanismo não é buscada. Caixa-preta também pode designar fenômenos que estão à margem do sujeito de estudo: para um especialista, caixa-preta são os conhecimentos que não estão em sua área de interesse.

Tathiane Milaré (tmilare@cca.ufscar.br), doutora em Ensino de Ciências na Universidade de São Paulo, é docente do Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus Araras-SP-BR.

Referências

ALVES-FILHO, J. P.; SOUZA, F. N. Analisando os padrões de questionamento presentes na Ilha Interdisciplinar de Racionalidade de Fourez. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. *Ata em CD-Rom...* Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

ASSUNÇÃO, J. V.; PESQUERO, C. R. Dioxinas e furanos: origens e riscos. *Revista de Saúde Pública*, v. 33, n. 5, p. 523-530, 1999.

AULER, D.; MUENCHEN, C.; FORGIARINI, M. S.; GEHLEN, S. T.; GRIEBELER, A.; SANTINI, E. L.; STRIEDER, R. B.; SCHENEIDER, C. V. Transporte particular x coletivo: intervenção curricular pautada por interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, p. 1-5, 2005.

CETESB. *Ficha de informação toxicológica* – dioxina e furanos. Divisão de Toxicologia, Genotoxicidade e Microbiologia Ambiental. Jul. 2012. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: maio 2013.

CHEVALLARD, Y. *La transposición didáctica*. Buenos Aires: Aique, 1985.

FORLIN, F. J.; FARIA, J. A. F. Considerações sobre a reciclagem de embalagens plásticas. *Polímeros, ciência e tecnologia*, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2002.

FOUREZ, G. *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue, 2005.

FOUREZ, G.; LECOMPTE, V. E.; MATHY, P. *Saber sobre nuestros saberes: un léxico epistemológico para la enseñanza*. Buenos Aires: Colihue, 1997.

LABVIRT FÍSICA. *Micro-ondas*. Disponível em <http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_eletromag_microondas.htm>. Acesso em: fev. 2011.

MILARE, T.; RICHETTI, G. P.; ALVES-FILHO, J. P. Alfabetização científica no ensino de química: uma análise dos temas da seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola. *Química Nova na Escola*. v. 31, n. 3, p. 165-171, 2009.

MILARE, T.; RICHETTI, G. P.; ALVES-FILHO, J. P. Análise da potencialidade das informações em correntes de e-mail para o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica no ensino de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Florianópolis. *Atas...* Campinas: ABRAPEC, 2011.

NASCIMENTO, T. G.; VON LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. *Convergência*, v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006.

PIETROCOLA, M.; PINHO-ALVES, J., PINHEIRO, T. F. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 2, p. 131-152, 2003.

PINHEIRO, T. F.; ALVES-FILHO, J. Ilhas de Racionalidade: experiências interdisciplinares na 2ª série do ensino médio. In: ENCONTRO IBERO-AMERICANO DE COLETIVOS ESCOLARES E REDES DE PROFESSORES QUE FAZEM INVESTIGAÇÃO NA SUA ESCOLA, 4, 2005, Lajeado. *Atas em CD-ROM...* Lajeado: Univates, 2005.

PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES. Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br>. Acesso em: fev. 2011.

REGIANI, A. M.; GOMES, C. S.; SOUZA, M. S.; BRITO, C. H. Seguindo os passos de Sherlock Holmes: experiência interdisciplinar em encontro de divulgação científica. *Revista Ensaio*, v. 14, n. 03, p. 185-198, set.-dez. 2012.

SCHMITZ, C.; PINHO-ALVES, J. Ilha de Racionalidade e a situação-problema: o desafio inicial. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9, 2004, Jaboticatubas. *Ata em CD-Rom...* Jaboticatubas: SBF, 2004.

SOUZA, F. N. Questionamento activo na promoção da aprendizagem activa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. *Ata em CD-Rom...* Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; PINHEROS, N. A. M. O surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na educação: uma revisão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1, 2009, Curitiba. *Anais...* Curitiba: UTFPR, 2009.

Para saber mais

BETTANIN, E. *As Ilhas de Racionalidade na Promoção dos objetivos da alfabetização científica e técnica*. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

FADINI, P. S.; FADINI, A. A. B. Lixo: desafios e compromissos. Cadernos Temáticos de *Química Nova na Escola*, edição especial, p. 9-18, maio 2001.

NEHRING, C. M.; SILVA, C. C.; TRINDADE, J. A. O.; PIETROCOLA, M.; LEITE, R.C.M.; PINHEIRO, T. F. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. *Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 1-18, 2002.

PAIVA, C.; MILARÉ, T. Ilha Interdisciplinar de Racionalidade: uma experiência no ensino de química. Em: FREIRE, L. I. F.; MILARÉ, T. (Orgs.). *Vivências e experiências no PIBID em Química*. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2013. 204p.

RICHETTI, G. P. *A automedicação como tema social no ensino de química para o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica*. 2008. 190p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

Abstract: *Interdisciplinary Rationality Islands in Chemical Education: discussing about information e-mail currents.* This article presents the Interdisciplinary Rationality Island, proposed by Gerard Fourez to promote Scientific and Technological Literacy, and discusses their contributions to the Chemical Education. Is described the development of an Island in a group of undergraduates in chemistry. The problem situation was based on information contained in e-mail currents about the use of plastics in food preparation and storage. The students participated effectively in all activities, conducting research and discussions. They also developed the interdisciplinary and learned about the methodology through practice.

Keywords: Scientific and Technological Literacy, Interdisciplinary Rationality Island, Chemical Education.