



Eu só Quero Criar Peixes! A Construção de Significados para Conceitos Químicos em um Curso de Aquacultura

Ana Luiza de Quadros¹  <https://orcid.org/0000-0001-9175-7604>

Dalva Ester da Costa Ferreira²  <https://orcid.org/0000-0001-8648-2394>

Roberta Guimarães Corrêa³  <https://orcid.org/0000-0003-4720-5401>

^{1,2,3} Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO

A partir de perspectivas construtivistas, a aprendizagem implica na busca pelo significado das “coisas”. Aprender Química na sala de aula, portanto, remete à construção de significados para os conceitos que ali circulam e, no Ensino Superior, é indicado que esses conceitos sejam associados ao campo de trabalho futuro do aprendiz. Com o objetivo de construir significados na disciplina de Química Geral ofertada aos estudantes de um curso de Aquacultura, desenvolvemos as atividades que culminaram neste trabalho. Para isso, usamos estratégias oriundas da aprendizagem baseada em problemas em uma turma de estudantes desse curso e analisamos o envolvimento deles com as atividades. Observamos uma valorização do conteúdo desenvolvido e uma participação ativa dos estudantes em todas as etapas. A maior valorização da disciplina observada nessa turma pode trazer implicações para os professores de Química Geral, além de nos desafiar a planejar novas experiências.

PALAVRAS-CHAVE

Ensino superior. Ensino de graduação. Química. Aprendizagem baseada em problemas.

Correspondência ao Autor

¹ Ana Luiza de Quadros

E-mail: ana.quadros@uol.com.br

Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, MG, Brasil

CV Lattes

<http://lattes.cnpq.br/7595956670871407>

Submetido: 08 ago. 2020

Aceito: 07 nov. 2021

Publicado: 07 mar. 2022

 [10.20396/riesup.v9i0.8660820](https://doi.org/10.20396/riesup.v9i0.8660820)

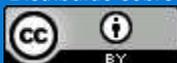
e-location: e023004

ISSN 2446-9424

Checkagem Antiplágio



Distribuído sobre



I Just Want to Raise Fish! The Construction of Meanings for Chemical Concepts in an Aquaculture Course

ABSTRACT

Learning Chemistry has been associated with the construction of meanings for the information presented in classes. Such process is no different in higher education, especially when the concepts are not associated with the future field of work. To build meanings in the General Chemistry class offered to students in an Aquaculture course, we developed the activities that led to this article. For this, we used problem-based learning strategies in a class of students in this course and analyzed their involvement with the activities developed. We observed an appreciation of the content and an active participation of students at all stages. The greater appreciation of the discipline observed in this class can have implications for General Chemistry professors, in addition to challenging us to plan new experiences.

KEYWORDS

Higher education. Aquaculture. General chemistry. Problem-based learning.

¡Solo Quiero Criar Peces! La Construcción de Significados para Conceptos Químicos en un Curso de Acuicultura

RESUMEN

El aprendizaje de la química se ha asociado con la construcción de significados para la información que se transmite en las clases. En Educación Superior esto no es diferente, especialmente cuando los conceptos no están asociados con el campo laboral futuro. Con el fin de construir significados en el curso de Química General que se ofrece a los alumnos de un curso de Acuicultura, desarrollamos las actividades que culminaron en este trabajo. Para ello, utilizamos estrategias de aprendizaje basado en problemas en una clase de alumnos de este curso y analizamos su implicación con las actividades. Observamos una apreciación del contenido desarrollado y una participación activa de los estudiantes en todas las etapas. La mayor apreciación de la disciplina observada en esta clase puede tener implicaciones para los profesores de Química General, además de desafiarlos a planificar nuevas experiencias.

PALABRAS CLAVE

Educación superior. Acuicultura. Química. Aprendizaje activo.

Introdução

A aprendizagem em aulas de Ciências da Natureza vem sendo associada à construção de significados, pelos estudantes, para as informações que são veiculadas nessas aulas. Para que isso aconteça, inúmeras estratégias vêm sendo utilizadas, e, entre elas, o vínculo dos conceitos científicos ao mundo de vida dos estudantes, abordado na literatura como “ensino a partir de temas do contexto” (SANTOS, 2011; RODRIGUES; QUADROS, 2020), “contextualização ou cotidiano” (por ex. WARTHA, SILVA; BEJARANO, 2013; SILVA; MARCONDES, 2010), aulas temáticas (LEITE; SANTOS, 2014; QUADROS, RODRIGUES; BOTELHO, 2018). Parece ser consenso entre esses autores que a apropriação de novos conhecimentos acontece mais facilmente se o estudante for capaz de perceber a relação entre o “novo” e aquilo que ele já conhece.

No Ensino Superior essa realidade também se faz presente. Alguns cursos de graduação possuem, em sua grade curricular, disciplinas cuja relevância os estudantes não conseguem perceber (DEL PINO, 2012; HOLME; CARUTHERS, 2013) e, algumas vezes, até mesmo sugerem a sua retirada da grade (QUADROS *et al.*, 2006; SILVA; EICHLER; DEL PINO, 2003). Essa é uma evidência de que esses estudantes não estão conseguindo dar significado para o conteúdo trabalhado na disciplina, talvez por não associarem o conhecimento desenvolvido na disciplina ao seu campo de trabalho futuro ou com o seu mundo de vida.

Neste trabalho, partimos de uma situação em que a grade curricular do curso possui uma única disciplina – a Química Geral, que explora os conhecimentos químicos. Trata-se do curso de Aquicultura, ofertado na Universidade Federal de Minas Gerais desde 2009 e que, apesar de ter um amplo campo de atuação, é procurado prioritariamente por sujeitos interessados na criação de peixes. Nossa experiência tem mostrado que, para os graduandos de curso como esse, disciplinas como a Química Geral apresentam uma lista grande de conteúdos programáticos e esses conteúdos são de difícil assimilação. Além disso, os graduandos afirmam que os conteúdos desenvolvidos na disciplina contribuem pouco para o seu desenvolvimento profissional e para o exercício da profissão. Embora, em alguns casos, reconheçam que tiveram uma formação anterior deficitária, que prejudica o próprio desempenho na Química Geral, os estudantes nem sempre são capazes de perceber a relação dos conhecimentos oferecidos com a profissão e, por isso, acabam por considerar a disciplina desnecessária.

Desenvolvemos este trabalho com o objetivo de analisar possíveis contribuições do ensino baseado em problemas para a valorização dos conhecimentos químicos por estudantes de um curso de Aquicultura.

Referencial Teórico

A Química é um campo das Ciências da Natureza que estuda os materiais na sua constituição, propriedades e nas transformações. É uma ciência básica que possui forte ligação com as áreas mais tecnológicas, ligadas à criação e desenvolvimento de instrumentos, técnicas e novos materiais. Portanto, muitos cursos de graduação ofertam disciplinas que tratam do conhecimento químico. Em cursos como a Engenharia Química e a Farmácia, entre outros, não é comum haver questionamentos em torno da necessidade desse conhecimento, uma vez que a relação entre o curso e a Química é mais direta e, assim, facilmente perceptível. Em outros, no entanto, nem sempre a Química é bem recebida pelos estudantes, principalmente nos casos em que ela se limita a apenas uma ou duas disciplinas.

César, Andrade e Alvim (2005), ao analisarem a disciplina de Química Geral de vários cursos de graduação em Química (Bacharelado, Licenciatura) e Engenharias, perceberam que ela não difere muito de uma instituição para outra. Na Universidade Federal de Minas Gerais, assim como acontece na maioria das instituições de Ensino Superior, a disciplina de Química Geral é ofertada para vários cursos e, em muitos deles, ela representa a única disciplina diretamente ligada ao conhecimento químico. De certa forma há, na grade curricular desses cursos, uma valorização bem maior das disciplinas da área profissional em detrimento daquelas de caráter mais básico. Holme (2001), ao se referir aos estudantes de cursos de Engenharia, afirma que a vivência com profissionais de Engenharia constitui o ambiente cultural deles e a atenção desses estudantes tende a ser dirigida para as disciplinas diretamente relacionadas ao campo específico da formação e que, portanto, a aprendizagem é afetada pelo ambiente no qual estão inseridos. Isso traz implicações para os professores de disciplinas como a Química Geral.

Quadros *et al.* (2006) investigaram a percepção dos estudantes de Engenharia de Produção em relação à disciplina de Química Geral. Segundo esses pesquisadores, os estudantes não conseguem perceber o vínculo dos conhecimentos químicos presentes na disciplina com o seu campo de trabalho e, com isso, a consideram dispensável. A partir dos resultados encontrados, os autores propõem que a Química Geral considere o contexto de atuação profissional dos estudantes como estratégia para diminuir a resistência desses estudantes em relação a essa disciplina. Ao perceberem a importância desses conhecimentos para outras disciplinas e para sua atividade profissional futura, certamente a atenção aos conceitos científicos seria maior. Porém, tal proposta depende tanto de ações dos professores que ministram a Química Geral quanto dos demais professores do curso. Essas ações envolvem, além da adoção de estratégias e abordagens de ensino mais adequadas, uma visão holística do curso no qual a disciplina de Química Geral é ofertada, ou seja, o professor deve ter uma noção do perfil do egresso a ser formado no curso e de como a Química pode contribuir para a construção desse perfil.

Neves, Gomes e Vicente (2016) desenvolveram um programa de computador que chamaram de “sistema inteligente” para avaliar o papel da Química Geral na formação dos estudantes em uma instituição de Ensino Superior portuguesa. Esse programa foi testado com

122 estudantes de cursos de Agronomia, Biologia e Biologia Humana, já que os pesquisadores consideram que a avaliação da real contribuição dessa disciplina na formação deve ser feita com os próprios estudantes. Segundo esses pesquisadores, a inclusão da QG nos currículos de diferentes cursos de graduação tem a intenção de auxiliar no desenvolvimento de algumas habilidades necessárias para a continuidade dos estudos e, principalmente, de responder à necessidade de dotar esses futuros profissionais de conhecimento para analisar e resolver problemas multidisciplinares com os quais irão se deparar na profissão. Porém, para os estudantes que eles investigaram, nem sempre a Química é vista dessa maneira.

Crippen *et al.* (2016) realizaram um estudo envolvendo a Química presente nos cursos de graduação em Engenharia dos Estados Unidos. Eles afirmam que a taxa de evasão é alta e que as disciplinas são, de uma maneira geral, consideradas “frias” e rigorosas, requerendo dos estudantes ferramentas especiais de sobrevivência e de proteção. Nos cursos analisados há duas disciplinas de Química Geral (I e II) nas quais as aulas são organizadas em torno de situações-problema, chamadas de miniprojetos. Ao final do curso dois grupos de estudantes responderam a um amplo questionário envolvendo as disciplinas de Química Geral. Entre as inúmeras perguntas estava, por exemplo, a questão "Concluir os miniprojetos me ajudou a entender como um engenheiro usa a Química em seu trabalho?". Crippen *et al.* (2016) argumentam que a aprendizagem é mais do que acúmulo de conhecimento. Ela representa uma transformação dos estudantes de iniciantes em membros plenos na comunidade de engenheiros praticantes. Ao analisarem os dados do questionário, esses pesquisadores ainda encontraram problemas com o aprendizado e, com isso, afirmam ser necessário investigar se esses problemas estão localizados apenas nas engenharias ou se estão presentes em uma população maior de estudantes de outros cursos tecnológicos que cursam Química Geral. Para eles, faz-se necessária uma nova perspectiva de currículo, de forma a enfatizar a resolução colaborativa de problemas e a prática profissional autêntica.

A Química Geral ministrada para cursos de Ciências da Saúde recebeu atenção de González *et al.* (2017). Considerando que essa disciplina é ofertada para todos os cursos de Ciências Básicas Biomédicas da Universidade de Havana/Cuba, geralmente no segundo período do primeiro ano desses cursos, eles argumentam que ela fornece conhecimentos que constituem a base para a compreensão dos fenômenos biológicos. Como tentativa de melhorar a qualidade da aprendizagem, eles analisaram os resultados do ensino baseado em problemas usado nas disciplinas de Química Geral. Segundo esses pesquisadores, o enfoque problemático aos conteúdos químicos facilitou a construção de novos significados a partir daquilo que os estudantes já sabiam, e eles se mostraram mais familiarizados com os conhecimentos e métodos da Ciência e, ainda, desenvolveram habilidades necessárias à profissão futura.

Nas instituições de Ensino Superior brasileiras tem-se verificado uma maior atenção para o papel da Química Geral na formação de estudantes, principalmente em decorrência de uma percepção em torno do alto índice de evasão e repetência (YAMAGUCHIA; SILVA e SILVA, 2019; RIOS, SANTOS; NASCIMENTO, 2001; SANTOS FILHO, 2000; PAULA *et*

al., 2016). Essa atenção se dirige também para o entendimento dos professores em relação a essa disciplina e de como a organizam (DEL PINO, 2012) e, ainda, para a investigação dos processos de ensino e de aprendizagem nessa disciplina (LEMES, 2016).

Por muito tempo, instituições ofertaram a Química Geral para vários cursos diferentes sem considerar o contexto, já que se tratava de conceitos básicos. No entanto, o fato de estudantes não perceberem a “utilidade” daqueles conceitos e nem terem sido capazes de formar um pensamento químico que os auxiliasse na profissão futura são evidências de que essa disciplina não estava atingindo seus objetivos. Esses conceitos são a base para estruturar o pensamento químico e precisam ser organizados para que isso aconteça.

De certa forma os estudantes de cursos mais técnicos ou das Ciências aplicadas parecem dar menos atenção para as disciplinas ligadas às ciências básicas e nem sempre são capazes de construir significados para aquilo que é trabalhado nessas disciplinas e que não pertence aos seus ambientes culturais. Nesses casos, desenvolver aulas nas quais o conhecimento químico esteja mais diretamente relacionado ao campo de trabalho futuro dos graduandos pode ser uma atividade que exige do professor uma atenção bem maior para o processo de significação do conteúdo ou dos conceitos científicos. Assim sendo, dirigimos a atenção para esse processo de significação.

Segundo Bruner (1986), um dos grandes desafios da psicologia tem sido entender como um texto (oral ou escrito) adquire significado na cabeça de um leitor. O discurso do professor em sala de aula enfrenta desafio semelhante: como ele é significado pelos estudantes? A esse respeito Bruner afirma que

[...] referir-se a algo com a intenção de atrair a atenção de outro para esse algo, requer, mesmo em sua forma mais simples, alguma forma de negociação, algum processo hermenêutico. E isto se acentua quando a referência não está presente ou acessível à demonstração ou a outra manobra ostensiva. (BRUNER, 1986, p. 67)

Em uma aula de Química, na qual tratamos de átomos, moléculas, íons e outras “entidades” que não estão acessíveis aos olhos humanos, mas que explicam o mundo físico, certamente se faz necessário mais do que transmitir palavras e informações. Baseadas em Bruner (1986) e em Vigotski (2009), defendemos a instauração de um processo de “negociação”, no qual significados para os conceitos científicos vão ser negociados e renegociados. Vigotski (2009) destaca o papel da linguagem na construção de significados. Baseadas nos estudos desse pesquisador, afirmamos que a linguagem não tem como função única a transmissão. Ela cria realidades e desenvolve consciência, fornecendo meios para que o sujeito possa explicar o mundo.

Ao estudar a formação de conceitos em crianças, Vigotski (2009) mostra que o significado de uma palavra vai se transformando ao longo do tempo e que uma mesma palavra pode ter vários significados, dependendo do contexto. Em relação a isso ele afirma:

Em qualquer idade, um conceito expresso por uma palavra representa uma generalização. Mas os significados das palavras evoluem. Quando uma palavra nova, ligada a um determinado significado, é aprendida pela criança, o seu desenvolvimento está apenas começando; no início ela é uma generalização do tipo mais elementar que, à medida que a criança se desenvolve, é substituída por generalizações de um tipo cada vez mais elevado, culminando o processo na formação dos verdadeiros conceitos (VIGOTSKI, 2009, p. 246).

Nesse sentido, ensinar conceitos em sala de aula, sem uma atenção para como esse conceito é significado, pode incorrer, segundo Vigotski (2009), em um verbalismo vazio. Talvez isso explique o fato de estudantes de um curso de Aquacultura, ao se depararem com um conhecimento químico, complexo e abstrato, do qual eles não conseguem perceber a relação com o seu campo de trabalho futuro, resulta em dificuldades em se apropriar desse conhecimento, trazendo como consequência um elevado índice de reprovação.

Assim, defendemos que a construção de significados para os conceitos tratados na disciplina de Química Geral precisa ser objeto de atenção, para que esses estudantes percebam a importância desses estudos e possam se engajar nesse processo.

A Aquacultura e o Curso de Formação

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a Aquacultura se constitui em um processo produtivo de proteína animal, de alta importância para a melhoria da segurança alimentar, para o aumento dos padrões nutricionais e para reduzir a pobreza nos países menos desenvolvidos. Sabemos que os recursos naturais que suportam a vida em nosso planeta vêm sendo drasticamente afetados pelo modo como as pessoas utilizam os seus conhecimentos na produção animal e pelo modo como elas se relacionam com o ambiente. Com isso, é esperado que a formação do aquacultor seja suficientemente ampla para dar conta de uma produção que afete minimamente o ambiente e que produza alimentos saudáveis a preços justos.

O curso de Aquacultura da UFMG, concebido em 2008, é oferecido pela Escola de Veterinária desde 2009, sendo o primeiro da região sudeste brasileira. Ele é voltado para a formação de profissionais com conhecimentos sobre toda a cadeia produtiva de organismos aquáticos, abrangendo a Biologia e a Fisiologia das espécies de valor econômico, os métodos de produção, o controle sanitário e o processamento de alimentos tanto para o consumo humano quanto dos organismos aquáticos. O curso ainda oferece noções de economia, marketing e planejamento, o que permite ao aquacultor promover o desenvolvimento econômico e sustentável das espécies aquáticas.

A grade curricular totaliza 3135 horas, divididas em 10 períodos letivos (5 anos) na modalidade bacharelado. O curso recebe anualmente, por meio do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e do Sistema de Seleção Unificada (Sisu), 50 estudantes – 25 por semestre. As aulas acontecem no período diurno, nos turnos matutino e vespertino, na Escola de Veterinária e em diversas outras unidades da UFMG, como o Instituto de Geociências (IGC), a Escola de Engenharia, o Instituto de Ciências Biológicas (ICB) e o Instituto de Ciências Exatas (ICEx), no qual se situa o Departamento de Química, que oferece a disciplina de Química Geral. Algumas poucas disciplinas são oferecidas em ambiente virtual.

No caso da Química Geral ofertada no curso de Aquacultura, a ementa da disciplina contempla conteúdos básicos, tais como: estrutura atômica e tabela periódica; ligações iônica, covalente e estrutura molecular; forças intermoleculares; funções inorgânicas; cálculos estequiométricos; soluções e reações; ácidos, bases e escala de pH; introdução à química orgânica. Os parâmetros físico-químicos da água – oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, acidez e alcalinidade/pH – explorados na experiência aqui relatada, estão distribuídos ao longo do conteúdo programático da disciplina.

Metodologia

Os Estudantes Participantes das Atividades

No segundo semestre de 2019 a disciplina de Química Geral recebeu 62 matrículas, sendo que 14 estudantes fizeram o trancamento de curso ou foram desligados automaticamente e, portanto, nem chegaram a frequentar a disciplina. Outros três abandonaram a disciplina durante o semestre. Assim, o grupo que frequentou a disciplina era formado por 45 estudantes. Esse grupo, que era bastante heterogêneo em questão de idade e de interesse, era composto por estudantes que haviam terminado o Ensino Médio há menos de dois anos e outros que já tinham curso superior e vasta experiência no mercado de trabalho.

Ainda que no semestre em questão tenham ingressado 25 novos estudantes, metade da turma era formada por ingressantes de semestres anteriores (um ingressou em 2014, um em 2016, sete em 2017, cinco em 2018 e seis no primeiro semestre de 2019), provavelmente cursando a disciplina Química Geral no mínimo pela segunda vez. Ao final do semestre recebemos a informação da professora regente de que 29 foram aprovados, 12 foram reprovados por nota e outros quatro foram reprovados por frequência.

Embora a Aquacultura seja uma ciência voltada ao estudo e desenvolvimento de técnicas de cultivo e reprodução de organismos aquáticos, como peixes, moluscos, algas, crustáceos e até tartarugas ou jacarés, é comum estudantes que frequentam o curso se referirem à criação de peixes como meta profissional. Alguns desses estudantes, de idade mais avançada, já possuem uma profissão – Advogado, Biólogo, Engenheiro – e parecem estar investindo em uma formação que possa lhes trazer satisfação pessoal, mais do que profissional. Uma das estudantes da turma, com mais de 50 anos, afirmava com frequência que buscava, no curso, satisfação pessoal e queria apenas aprender a criar peixes para consumo familiar.

O Ensino Baseado em Problemas: Algumas Possibilidades e Limitações

A proposição de alternativas para tornar a sala de aula um espaço de participação ativa para os estudantes não é algo recente. John Dewey, no final do século XIX, já defendia que o estudante deveria ter um papel ativo no processo educativo, propondo o ensino por projetos a partir de um problema a ser solucionado. O uso de problemas em sala de aula pode contribuir

para o envolvimento dos sujeitos na busca de alternativas para sua resolução. Porém, é importante destacar a natureza do problema, que deve ser elaborado ou apresentado a partir do conhecimento do seu público-alvo. Bons problemas podem contribuir para a mobilização de habilidades e para a aquisição de conhecimentos (DALBEN, 2013).

O uso de um problema em sala de aula pode variar consideravelmente, podendo iniciar ou encerrar a discussão de um conteúdo, servir como método avaliativo individual ou em grupo. Também pode servir como desencadeador e orientador de processos de aprendizagem realizados pelos estudantes, geralmente em grupos, que selecionam, estudam e aplicam o que aprenderam de forma autogerida, sendo a resolução socializada com toda a turma. Essa abordagem, denominada Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), foi inicialmente concebida para ajudar estudantes de cursos de Medicina e tem sua origem na década de 1960, no Canadá, no curso de Medicina da Universidade McMaster (BRANDA, 2016).

Desde então, a ABP tem sido utilizada em espaços diversos e inúmeras investigações têm sido realizadas. Essas investigações envolvem estudos teóricos (CONRADO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2014), estudos na formação profissional de nível médio (LOPES *et al.*, 2011), discussões em torno da Química Verde¹ em um curso de graduação em Química (OVERTON; RANGLES, 2015), no ensino de Ligações Químicas no Ensino Superior (LIMA, ARENAS; PASSOS, 2018) e, inclusive, o uso de ABP na disciplina de Química Geral (GONZÁLEZ *et al.*, 2017). Está presente em alguns destes trabalhos o desenvolvimento conceitual, procedimental e atitudinal dos estudantes, quando envolvidos com ABP.

Ainda considerando o Ensino Superior e os conteúdos da Química, Lima, Arenas e Passos (2018) relatam a utilização da resolução de problemas, considerada uma variante da ABP, no estudo das ligações químicas, mais especificamente as ligações iônicas. Para os autores, a resolução de problemas é iniciada com a apresentação de uma situação-problema que, para ser solucionada, necessita da aplicação de conhecimentos científicos. Além da aprendizagem de conteúdos conceituais, a investigação realizada também evidenciou o desenvolvimento de conteúdos procedimentais e atitudinais.

A experiência relatada neste trabalho envolve o planejamento e desenvolvimento de uma sequência de atividades visando discutir os parâmetros físico-químicos e a qualidade da água. As atividades envolveram a leitura e discussão de situações reais (notícias), uma situação-problema apresentada aos estudantes e uma aula expositivo-dialogada. O uso de uma situação-problema em sala de aula, segundo Perrenoud (2000), corresponde a um problema que a princípio os estudantes não apresentam uma resposta e o processo de resolução envolve pensá-lo a partir do conhecimento científico. Nesse caso, o conhecimento teórico está diretamente relacionado ao contexto.

¹ Química Verde é definida pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) como o ramo de invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas ou tóxicas à saúde humana e ao meio ambiente.

A Organização das Atividades

A professora tinha distribuído dois textos em aula anterior, ambos tratando de um fenômeno incomum, que fora identificado como “Maré Vermelha²”. O primeiro texto trata de evento ocorrido na praia do Hermenegildo, no Rio Grande do Sul, em 1978 e o segundo na Bahia, no ano de 2007. Os estudantes deveriam ler esses dois textos para que fossem discutidos na aula que foi objeto deste trabalho.

Ao iniciar a aula a professora solicitou que os estudantes comentassem os fenômenos presentes nos textos lidos e, em seguida, apresentou um vídeo de uma reportagem veiculada na RBSTV, sucursal da rede Globo, envolvendo os 40 anos do “Desastre do Hermenegildo³”. Nessa reportagem ficou claro que persistem dúvidas em relação ao fenômeno ocorrido. Foram entrevistados técnicos que participaram da análise na época do desastre e muitos deles afirmaram ainda terem dúvida de que o fenômeno fora realmente maré vermelha. Em seguida os estudantes comentaram o vídeo e opinaram em relação aos fenômenos ocorridos em Hermenegildo e na Bahia.

A professora disponibilizou aos estudantes uma situação-problema na qual ocorria morte de peixes em um tanque criadouro e os estudantes deveriam analisar o problema e apresentar sugestões para sua resolução. Para evitar soluções simplistas, a professora excluiu algumas possibilidades, ao afirmar que o piscicultor já havia analisado. A seguir está o texto entregue aos estudantes:

Um piscicultor iniciante, que criava peixes em tanques, observou que nos últimos dias alguns peixes estavam morrendo e que consumidores comentaram do sabor desagradável percebido na carne de seus peixes. Ele observou também que a venda dos peixes tinha caído drasticamente. Intrigado, o piscicultor resolveu investigar quais as possíveis causas desses fatos. O piscicultor descobriu que a morte dos peixes não foi causada por etiologia infecciosa nem por erros de manejo ou por casos de intoxicação.

A falta de solução para o caso fez com que o piscicultor procurasse a empresa de consultoria na qual você e alguns colegas seus trabalham. A empresa chamou a sua equipe, que ficou responsável para assessorar o piscicultor.

Lembre-se que durante uma investigação como essa deve-se usar a prudência e não desprezar qualquer característica, sinal ou sintoma, por mais comum ou corriqueiro que possa parecer.

Os estudantes foram chamados a fazer uma análise inicial da situação, como maneira de perceber se o problema havia sido devidamente entendido. O restante da aula (de 1 h e 40 min.) foi usada pela professora para tratar dos parâmetros físico-químicos da água.

² O termo Maré vermelha refere-se a um fenômeno causado pela proliferação excessiva de microalgas devido a alterações ambientais. Essa proliferação acaba por gerar vários outros problemas ambientais.

³ Fenômeno ocorrido em abril de 1978 que provocou a mortandade de peixes e mariscos na praia do Hermenegildo, no Rio Grande do Sul.

Aos estudantes foi fornecido um prazo de duas semanas para eles entregarem, por escrito, um relatório descrevendo a análise que haviam feito, as soluções possíveis para o problema e as implicações de resolver um problema durante a disciplina de Química Geral. Duas semanas mais tarde a professora fez uma síntese dos textos entregues pelos estudantes, socializando-a por meio de uma apresentação *PowerPoint*.

A Coleta e Análise dos Dados

Para este trabalho consideramos os dados das duas aulas e os relatórios entregues pelos estudantes. As duas aulas foram gravadas em vídeo, para facilitar a análise. Fizemos a transcrição integral da primeira aula e da segunda transcrevemos o intervalo no qual a professora socializou a síntese que fez dos textos entregues pelos estudantes. Ao realizarmos a transcrição, identificamos os estudantes com nomes fictícios, com a intenção de preservar suas identidades. Dessas aulas analisamos os entendimentos em relação às notícias envolvendo o fenômeno “maré vermelha”, a estratégia usada para o entendimento da situação-problema, os relatórios produzidos pelos estudantes e, ainda, o fragmento da aula em que ocorreu o compartilhamento dos dados contidos nos relatórios.

Analisamos em conjunto os relatórios entregues pelos estudantes duas semanas após a primeira aula, no sentido de entender que conhecimentos eles mobilizaram para resolver a situação-problema. Essa análise feita foi compartilhada com os estudantes duas semanas após a entrega, momento em que os estudantes justificaram algumas das opções que fizeram e explicitaram suas próprias opiniões em relação à atividade proposta.

Resultados e Discussão

Organizamos os resultados em função das atividades planejadas pela professora, para manter uma sequência temporal. Assim sendo, apresentamos o entendimento inicial dos casos em que a maré vermelha foi usada como explicação (a), a situação-problema e as estratégias para o entendimento (b), a aula envolvendo os parâmetros físico-químicos da água (c), os relatórios produzidos pelos estudantes (d) e, finalmente, o compartilhamento da análise desses relatórios (e).

A Maré Vermelha e os Dois Casos Compartilhados com os Estudantes

Na aula em questão a professora retomou os dois textos entregues aos estudantes e solicitou que eles comentassem as histórias presentes nos textos. Como já dissemos, esses textos envolvem fenômenos de mortandade de peixes, que foram relacionados à maré vermelha.

Os estudantes participaram ativamente, opinando sobre o caso e enfatizando a falta de certeza em relação ao que aconteceu: contaminação química ou desastre natural? Destacamos um momento em que vários estudantes opinavam:

Maria: Houve excesso de algas, muita matéria orgânica, em decorrência de algum acidente. Aí ocasionou essa quantidade de algas.

Pedro: Eu entendi que esse aumento da quantidade de alga foi devido às condições climáticas. Ficou 90 dias sem chuva e isso favoreceu o crescimento dessas algas.

João: Eu também acho que as condições ambientais favoreceram o crescimento das algas. Aquele tipo de alga, do caso da Bahia, houve um excesso de produção da alga e um consumo de oxigênio da água, sem contaminar o animal.

Patrícia: Mas falaram lá para não consumir o peixe!

Sandro: Nessa outra contaminação houve, inclusive, essa orientação de não consumir nada pescado na região. Houve um excesso de produção de algas e os peixes vieram a óbito justamente por causa do oxigênio, que estava insuficiente para eles.

Podemos perceber que a leitura das duas reportagens narrando os casos deixou-os cheios de dúvidas em relação aos fatores que levaram à mortandade de peixes. Após assistirem ao vídeo “40 anos do Desastre do Hermenegildo”, eles aparentemente se sentiram mais confortáveis, já que as dúvidas que eles tiveram em relação aos dois casos discutidos eram semelhantes às dúvidas dos especialistas, que foram entrevistados na reportagem. Porém, o fato de não haver certeza parece ter incomodado alguns deles.

A Situação-Problema: Estratégias para o seu Entendimento

A professora apresentou aos estudantes a situação-problema, que foi lida conjuntamente, e para se certificar que o problema havia sido entendido, fez alguns questionamentos aos estudantes. Em seguida solicitou aos estudantes que tentassem imaginar o que teria acontecido com a criação de peixes do piscicultor. Esse momento inicial, de entendimento e de problematização ou questionamento da situação-problema apresentada, é fundamental para que os estudantes se apropriem do contexto e estabeleçam vínculos com o problema (DALBEN, 2013).

Durante a problematização inicial, foi mencionado que a causa seria a amônia decorrente do excesso de ração que o piscicultor estava fornecendo ao criadouro. A professora lembrou, então, que o manejo estava adequado. A realização de exames de sangue nos animais também foi citada, e ela ressaltou que não havia qualquer tipo de infecção nos animais. A proliferação de algas, a qualidade da água que entrava nos tanques e o conhecimento do entorno, para reconhecer a fonte dessa água e se ela estava afetando outros piscicultores da região também foram citados. Além disso, o stress dos animais em função de uma alta densidade demográfica e do transporte inadequado do animal também foi considerado, o que foi imediatamente descartado por um colega, já que o manejo estaria adequado e a morte já acontecia dentro dos tanques.

Depois de cerca de 10 min de discussão a professora alertou que muitos citaram a água como responsável pelo problema discutido e, então, retomou o discurso trazendo alguns dados envolvendo a qualidade da água: a temperatura, o pH, a turbidez e o oxigênio dissolvido foram tratados e, ainda, a formação de amônia. Para tratar da relação entre a amônia e os demais parâmetros físico-químicos da água, a professora baseou-se principalmente em Kubitzka (2003). Além disso, foram disponibilizadas aos estudantes algumas amostras de água, coletadas em diferentes tanques de criação de peixes do

Laboratório de Aquacultura (Laqua) da escola de Veterinária da UFMG, para que eles identificassem o pH usando, para isso, fitas de papel indicador universal⁴ e comparando o resultado com a tabela que acompanha essas fitas. Dalben (2013) denomina essa etapa do processo de resolução de indução pedagógica, por meio da qual o fornecimento de informações adicionais ou dados complementares, que podem ser disponibilizados de diferentes formas (vídeos, notícias, relatórios, imagens, entre outras), contribui para aprofundar o conhecimento dos estudantes sobre o assunto e também para orientar o processo de resolução.

Percebemos que, ao longo de toda a explanação da professora, os estudantes foram muito participativos, levando casos que já conheciam ou que ouviram falar em algum momento anterior à aula. Ao que parece, a situação-problema entregue a eles fez com que todo o conteúdo relativo aos parâmetros físico-químicos da água fosse mais valorizado, já que a relação daquele conteúdo com o mundo de trabalho futuro havia sido bem explicitada. Assim como identificado nos estudos de González *et al.* (2007), argumentamos que a construção de novos significados acontece a partir daquilo que os estudantes já conhecem. Nesse caso, eles relacionaram os parâmetros físico-químicos da água ao que estavam familiarizados no curso: a criação de peixes.

Analisando o Relatório Produzido Pelos Estudantes

Para analisar e apontar soluções para o problema a que foram desafiados, os 45 estudantes formaram 12 grupos (um grupo com dois estudantes, quatro com quatro, seis com três e um com cinco estudantes) observado que quatro estudantes optaram por fazer o relatório individualmente. Em um primeiro momento procuramos identificar como esses estudantes analisaram a situação-problema fornecida, ou seja, qual a causa do problema apontada por eles.

Na situação-problema havia a informação de que “a morte dos peixes não foi causada por etiologia infecciosa⁵, por erros de manejo ou por casos de intoxicação” e essa informação havia sido destacada na aula em que o problema fora entregue. Apesar disso, em quatro relatórios essa informação não foi considerada. Dois grupos citaram a quantidade de ração fornecida aos peixes, embora os dois tenham destacado também a qualidade da água. Outros dois grupos citaram a alta densidade de peixes como um dos fatores que levou à sua morte. A literatura especializada trata, para a criação de peixes em viveiros, uma densidade de povoamento específica para cada tipo de cultivo. Faria *et al.* (2013, p. 33) afirmam que no sistema extensivo utiliza-se densidade de estocagem de um peixe para 5 m² de lâmina d’água, no sistema semi-intensivo os viveiros são povoados com um a dois peixes/m², no sistema intensivo pode ser colocado mais de três peixes/m² de lâmina d’água e, por fim, no sistema

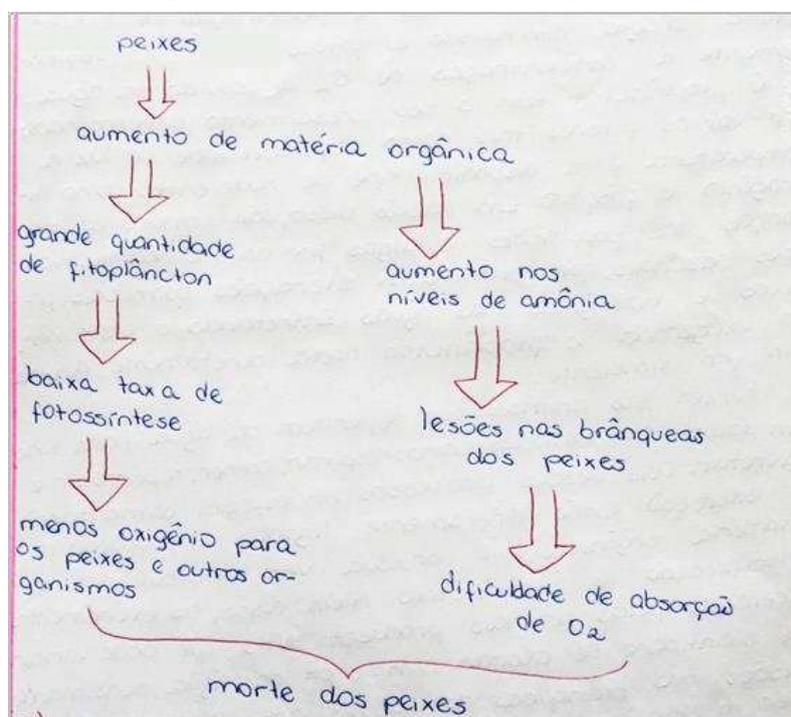
⁴ Fitas de papel absorvente que possuem uma mistura de indicadores de pH. Ao serem mergulhadas em solução, a cor apresentada pela fita indica o pH dessa solução, em uma faixa de 1 a 14.

⁵ Infecção causada por vírus, bactérias, fungos, protozoários e uma série de outros microrganismos patogênicos causadores de infecções.

superintensivo costuma ser usado mais de 70 peixes/m³ de água. Essa quantidade pode sofrer pequenas variações em função do tipo de peixe a ser criado. Entendemos, no entanto, que a densidade populacional está diretamente relacionada ao manejo adequado e que, portanto, ao se referirem a essa densidade os estudantes não consideraram a informação fornecida. Desses dois últimos grupos, um deles também usou a qualidade da água como possível causadora da mortandade.

Os demais grupos usaram um ou mais parâmetros físico-químicos como possíveis causadores do fenômeno em questão, explicando as consequências para a viveiro/criadouro de peixes. Destacamos, como exemplo, um dos grupos que, após argumentar que os peixes estavam morrendo por asfixia, explicou como o aumento da matéria orgânica poderia gerar a diminuição do oxigênio dissolvido. Em seguida foi apresentado um esquema sintetizando as informações presentes na explicação, o qual reproduzimos na Figura 1.

Figura 1. Esquema construído pelo grupo 13



Fonte: foto feita a partir de um relatório

Para eles, os fitoplânctons⁶ cresceram em função de fatores como a disponibilidade de luz e a temperatura. Com esse crescimento houve diminuição da luminosidade no tanque, prejudicando a realização da fotossíntese. Também como consequência do excesso de matéria orgânica, eles destacaram o fósforo e o nitrogênio, descrevendo sua ação nos peixes.

⁶ Conjunto de algas microscópicas.

Analisamos também as soluções apresentadas para estancar a mortandade de peixes. Essas soluções eram diretamente relacionadas à análise feita por cada grupo. O sabor da carne dos peixes, por exemplo, foi indicado por três grupos como sendo oriundo de contaminação da água que entrava nos tanques. Para eles, essa água estava, em algum momento, recebendo esgoto sem tratamento, o que facilitava a produção/proliferação de geosmina ou 2-metilisoborneol e, nesses casos, a solução apresentada foi a limpeza dos tanques, o uso de aeradores e a melhoria da vazão da água. Segundo Boyd (2005), alguns tipos de algas verde-azuladas produzem compostos que podem causar sabor e odor desagradáveis à água potável. De acordo como esse autor os dois compostos mais danosos são a geosmina e o 2-metilisoborneol⁷, que podem ser absorvidos por peixes, camarões e outros animais aquáticos, conferindo odor e sabor desagradável à carne e, portanto, baixa aceitação no mercado.

Nos casos em que algum parâmetro físico-químico foi citado pelos estudantes, a solução apresentada estava ligada a esse parâmetro (monitoramento, ajuste/correção do pH, aeração etc.).

O grupo 1, que tinha dado destaque à temperatura elevada da água (explicando todas as consequências) e à matéria orgânica em excesso, citou dois conjuntos de ações, sendo um a curto prazo e um a médio prazo. Além de realocar os peixes em um tanque-hospital, para a desinfecção do tanque no qual o problema se deu, eles propuseram, a curto prazo, o monitoramento diário dos parâmetros físico-químicos, a busca de um novo ponto de coleta de água e a comunicação aos órgãos competentes para avaliação da água do córrego. Em médio prazo foram mencionadas a construção de um poço artesiano, a melhoria do sistema de aeração da água e a introdução de um protocolo de monitoramento da qualidade da água (pH, oxigênio dissolvido, temperatura e amônia).

Em relação às implicações da situação-problema tratada em uma disciplina de Química, muitos estudantes ressaltaram as “imprecisões” presentes em uma situação real e a importância de um acompanhamento constante nos tanques de criação de peixes. Alguns grupos, porém, trataram da relação direta das práticas de Aquacultura com outros campos do conhecimento. Destacamos um trecho do relatório do grupo 14 como representativo desse aumento de consciência em relação ao conhecimento.

Essa situação tratada durante a disciplina usou conhecimentos de diversas áreas: Química, pela alteração dos parâmetros físico-químicos da água; geológicas e pedológicas, se a alteração envolver algum mineral trazido pela água; social, quando a alteração se dá por intervenção antrópica tais como as práticas agrícolas ou pecuárias inadequadas; jurídico, pois precisamos conhecer a legislação quando a resolução não se dá pelo diálogo. (Grupo 14)

Podemos inferir, baseadas nesse comentário feito pelo grupo 14 e por outros semelhantes, que os estudantes perceberam que o conhecimento químico pode ser importante para a resolução de problemas no seu campo profissional. De acordo com Holme (2001), a

⁷ Geosmina e o 2-metilisoborneol são compostos orgânicos produzidos, em água, principalmente pelas cianobactérias e que, geralmente, são associados a alteração do gosto e do odor da água.

atenção dos estudantes tende a se dirigir mais para o conteúdo relacionado com o seu ambiente cultural que, nesse caso, é a Aquacultura. Ao perceberem a relação da Química com a profissão futura, é possível que eles passem a olhar para essa disciplina com mais atenção. Concordamos com Crippen *et al.* (2016), ao alertarem para a necessidade de inserir a resolução colaborativa de problemas no currículo dos cursos.

Temos ciência de que uma única atividade não é suficiente para que os estudantes possam significar os conceitos químicos, relacionando-os com a profissão futura. Trata-se de um desafio no qual vamos nos engajar nas turmas futuras.

O Feedback da Experiência

Duas semanas após a entrega dos relatórios, a professora usou 24 minutos da aula para comentar a experiência com a situação-problema, usando, para isso, uma apresentação em *PowerPoint* na qual sintetizava os resultados. Logo no início ela destacou a boa participação dos estudantes em todas as etapas do trabalho e, então, comentou cada uma delas.

Em relação aos relatórios, a professora fez comentários que envolviam as opções dos diferentes grupos, destacando algumas percepções que teve. Entre elas estava o fato de alguns grupos, ao analisarem a situação-problema, trazerem praticamente todas as possibilidades envolvendo a qualidade da água (testagem do pH, do oxigênio dissolvido, da temperatura e dos índices de nitrogênio no tanque). Ela alertou para o fato de que a apresentação de um leque de possibilidades (um diagnóstico) em vez de uma solução poderia diminuir a credibilidade do “aquacultor” junto ao piscicultor que buscou a ajuda. Não houve comentários dos estudantes em relação a essa característica percebida pela professora.

Em seguida foi destacado que apenas 13 participantes consideraram o sabor desagradável presente na carne dos peixes. A professora alertou que se tratava de uma dica importante para a resolução do problema, já que a proliferação de algas levaria à formação da Geosmina e do 2-Metilisoborneol. Com isso ela explicou como essas substâncias são formadas e como elas agem no peixe. Uma das estudantes justificou essa opção dizendo que não tinha considerado esse fator porque a carne não seria consumida, já que os peixes estavam morrendo, o que foi discutido brevemente. Outro estudante afirmou ter levado esse problema para outros professores do curso, com a intenção de encontrar uma solução. Com isso a professora explicou como o sabor desagradável da carne deve ser um fator considerado na resolução do problema que está causando a mortandade dos peixes.

Em outro momento a professora destacou sua percepção de que os estudantes tiveram um grande envolvimento com a leitura. Segundo ela, os relatórios entregues estavam referenciados e com informações visivelmente buscadas em artigos científicos. Alguns deles se manifestaram dizendo que, apesar de comum, não se tratava de um problema de fácil resolução. Tourinho (2011), ao afirmar que os estudantes do Ensino Superior têm pouco envolvimento com a leitura, em função da não priorização da formação de leitores em nosso país, defende que se faz necessário inserir a leitura acadêmica como um hábito cultural que

gere informação, conhecimento e prazer. Nesse caso, a leitura pode ter significado uma estratégia de “sobrevivência”, pois foi necessária para o trabalho que deveriam entregar. Ao ressaltar esse envolvimento, no entanto, a professora pode ter contribuído para que eles percebessem a leitura como essencial a qualquer área do conhecimento.

Dando prosseguimento aos comentários, a professora retomou um problema que já havia sido alertado na entrega da situação-problema: o fato de terem considerado o controle da ração e a densidade populacional. Na descrição da situação-problema o manejo já havia sido descartado como problema, assim como qualquer tipo de doença infecciosa. Quatro grupos, no entanto, haviam usado essas possibilidades como causa da morte dos peixes. Novamente não houve comentário dos estudantes.

A professora, então, destacou o controle da qualidade da água e sua importância para o profissional de Aquacultura. Com isso os estudantes fizeram alguns comentários envolvendo essa atividade na disciplina de Química Geral. Selecionamos um deles, como forma de exemplificar a postura dos demais.

É difícil a Química. Eu posso falar isso (risos), pois já estou fazendo a quarta vez. Quando o professor traz alguma coisa da Aquacultura para dentro da aula de Química é muito melhor. Eu ouvi vários colegas falando dessa aula, que gostaram e tal. Teve uma relação com a área e isso motiva, ajuda a buscarmos mais, assim como você falou, as leituras e tal. (Marta)

Podemos perceber, por meio desse comentário de Marta que a atividade foi bem recebida pelo grupo e que houve comentários em relação a isso fora da sala de aula. Esses estudantes, no momento em que a professora explorou a qualidade da água, foram muito participativos. Provavelmente eles tiveram a oportunidade de associar os conceitos trazidos pela professora (o novo) com conhecimentos que lhes eram familiares. Essa é uma condição, segundo Vigotski (2009), para a construção de significados.

Por fim, a professora retomou a sua percepção em relação à participação dos estudantes nessas atividades, à qualidade dos textos escritos e à aparente busca por leituras, e fez menção ao livro usado no preparo das aulas. Ressaltou que, segundo o autor (KUBITZA, 2003), quando o manejo está correto e não há doenças infecciosas, a qualidade da água certamente é a resposta. Uma das estudantes fez comentários que mostraram já conhecer o livro e ter feito a leitura de partes do conteúdo.

Segundo a professora, após essa atividade, os estudantes se mostraram bem mais receptivos à disciplina e aparentemente estudaram mais quando comparados aos de outras turmas do curso para as quais ela ministrou a mesma disciplina. Ela comentou, ainda, que os estudantes não deixaram de afirmar que o conteúdo era difícil, mas que se esforçaram mais para aprender.

Considerações Finais

Ao planejarmos a atividade usando uma situação-problema, tínhamos a intenção de contribuir para que os estudantes do curso de Aquicultura passassem a valorizar mais os conhecimentos químicos presentes na disciplina de Química Geral e, assim, pudessem ter a oportunidade de se apropriarem desse conhecimento. Ao desenvolvermos essas atividades percebemos que o envolvimento com elas foi superior ao que vinha acontecendo na disciplina. Eles responderam aos questionamentos da professora, opinaram em relação às notícias levadas para a sala de aula, exploraram leituras que os auxiliaram a buscar uma solução para a questão-problema e, durante a aula de caráter mais teórico, ofereceram amplas contribuições, trazendo exemplos de situações já conhecidas por eles.

Esses dados nos levam a argumentar, junto com outros pesquisadores (por ex. SANTOS, 2011; RODRIGUES; QUADROS, 2020; WARTHA, SILVA; BEJARANO, 2013), sobre a importância de que o conhecimento a ser “ensinado” tenha uma relação explícita com aquilo que o estudante já conhece e que esse conhecimento seja vinculado ao seu ambiente cultural (HOLME, 2001).

Ao usarmos uma situação-problema e, a partir dela, desenvolvermos conhecimentos químicos em relação à qualidade da água, auxiliamos os estudantes a criarem realidades e consciência (BRUNER, 1986; VIGOTSKI, 2009) que os possibilitaram explicar melhor a situação que analisaram. Ao participarem mais ativamente, usaram a linguagem em processo de negociação de significados. Em alguns momentos avançavam no entendimento da situação, ao inserirem os parâmetros físico-químicos na resolução do problema e em outros voltavam ao entendimento anterior, ao trazerem de volta o manejo dos peixes como justificativa para o problema. Esse “avançar” e “retroceder” faz parte do processo de negociação de significados, cabendo ao professor, ao perceber que houve retrocesso, fazer uso de outras estratégias.

Embora não tenhamos usado, neste trabalho, instrumentos específicos de análise da aprendizagem, argumentamos que, se os estudantes não forem capazes de perceber a direta relação dos conhecimentos desenvolvidos na disciplina de Química Geral com o seu campo de trabalho futuro, dificilmente eles irão se apropriar desse conhecimento ao se depararem com um problema a ser resolvido. Isso traz implicações diretas para o nosso departamento, que oferece essa disciplina a vários cursos. Alertamos, ainda, que se trata de uma atividade inicial, que nos coloca o desafio de ampliá-la de forma que possamos consolidar e expandir os resultados.

Referências

- BAKHTIN, Mikhail. **Questões de estilística no ensino da língua**. Tradução: Sheila Grillo e Ekaterina Vólkova Américo. São Paulo: Editora 34, 2013. 120 p. ISBN 9788573265422.
- BOYD, Claude E. **Water Quality: an introduction**. (2º ed.) Springer International Publishing Switzerland, 2015. 357 p. ISBN 9783319174464
- BRANDA, Luís A. A aprendizagem baseada em problemas: o resplendor tão brilhante de outros tempos. In: ARAÚJO, Ulisses F.; SASTRE, Genoveva. (Org.). **Aprendizagem baseada em problemas**. 3. ed. São Paulo: Summus, 2016. p. 205-236. 236 págs. ISBN 978-85-323-0532-9.
- BRUNER, Jerome. (1986). **Actual minds, possible worlds**. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1986. 201 p. ISBN 9780674003668
- CÉSAR, Janaína, ANDRADE, João Carlos; ALVIM, Terezinha Ribeiro. Tendência das disciplinas de Química Geral no Brasil. **Chemkeys**, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331143308_Tendencia_das_disciplinas_de_quimica_geral_no_Brasil. Acesso em: 04 jun. 2020.
- CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei F.; EL-HANI, Charbel N. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na Educação Científica como Estratégia para Formação do Cidadão Socioambientalmente Responsável. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, p. 77-87, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4351> Acesso em: 30 jul. 2020.
- CRIPPEN, Kent J.; BOYER, Treavor H.; KOROLEV, Maria; TORRES, Trisha; BRUCAT, Phil J.; WU, Chang-Yu. Transforming Discussion in General Chemistry With Authentic Experiences for Engineering Students. **Journal of College Science Teaching**, v. 45, n. 5, p. 75-83, 2016. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24892401?seq=1> Acesso em: 30 jul. 2020.
- DALBEN, Ângela Imaculada Loureiro de Freitas. O Ensino por meio da resolução de problemas. In: VEIGA, Ilma Passos Alencastro (Org.). **Novas tramas para as técnicas de ensino e estudo**. Campinas: Papyrus, 2013. p. 69-98. 160 p. ISBN: 9788530811365
- DEL PINO, José Claudio. Um estudo sobre a organização curricular de disciplinas de Química Geral. **Acta Scientiae**, v. 14, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/214> Acesso em: 16 nov. 2021.
- FARIA, Regina Helena Sant'Ana; MORAIS, Marister; SORANNA, Maria Regina Gonçalves de Souza; SALLUM, Willibaldo Brás. **Manual de criação de peixes em viveiros**. Brasília: Codevasf, 2013. 136 p. ISBN 9788589503136
- KUBITZA, Fernando. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí, SP: F. Kubtiza, 2003. 208 p. ISBN 9788598545080

GONZÁLEZ, Yelamy Travieso; GONZÁLEZ, Miguel Ángel Rangel; BACALLAO, Lourdes García; FIGUEROA, Luis Felipe de la Cruz; MORALES, Esteban Egaña; GUEVARA, María Elena Soca. Propuesta de actividades para la enseñanza problémica de la Química General en Ciencias Básicas Biomédicas. **Revista ;Habanera de Ciencias Médicas**, v. 16, n. 4, p. 510-526, 2017. Disponível em: <http://scielo.sld.cu/pdf/rhcm/v16n4/rhcm04417.pdf> Acesso em: 30 jul. 2020.

HOLME, Thomas. Divergence of Faculty Perceptions of General Chemistry and Problem Solving Skills. **Journal of Chemical Education**. v. 78, n. 12, 2001. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed078p1578> Acesso em: 30 jul. 2020.

LEITE, Sidnei Quezada Meireles; SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Formação de professores de química com enfoque CTSA no contexto da educação profissional brasileira: do currículo às atividades pedagógicas. **Uni-pluri/versidad** (Medellín), v. 14, n. 2, p. 60-68, 2014. Disponível em: <http://aia-cts.web.ua.pt/SEPARATA%20REVISTA%20UNIPLURIVERSIDAD%20NRO%2041.pdf> Acesso em: 30 jul. 2020.

LEMES, Anielli Fabiula Gavioli. **Evidência não evidente: as explicações em uma disciplina de Química Geral**. 2016. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, 2016.

LIMA, Franciane S. C.; ARENAS, Leliz T.; PASSOS, Camila G. A metodologia de resolução de problemas: uma experiência para o estudo das ligações químicas. **Química Nova**, v. 41, n. 4, p. 468-475, 2018. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6731 Acesso em: 30 jul. 2020.

LOPES, Renato Matos; SILVA FILHO, Moacelio Veranio; MARSDEN, Melissa and ALVES, Neila Guimarães. Aprendizagem Baseada em Problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. **Química Nova**, v. 34, n. 7, p. 1275-1280, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422011000700029&script=sci_abstract&tlng=pt Acesso em: 30 jul. 2020.

FIGUEIREDO, Margarida; NEVES, José; GOMES, Guida; VICENTE, Henrique. Assessing the Role of General Chemistry Learning in Higher Education. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 228, p. 161-168, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042816309508> Acesso em: 30 jul. 2020.

HOLME, Thomas A.; CARUTHERS, Heather. A Trajectory of Reform in General Chemistry for Engineering Students. In: HOLME, Thomas; COOPER, Melanie M.; VARMA-NELSON, Pratibha (eds.). **Trajectories of Chemistry Education Innovation and Reform**. American Chemical Society, 2013, p. 65-78. Disponível em: https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1439&context=chem_pubs. Acesso em: 16 nov. 2021.

OVERTON, Tina Lyn; RANGLES, Christopher A. Beyond Problem-based Learning: Using Dynamic PBL in Chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 16, n. 2, p. 251-259, 2015. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2015/rp/c4rp00248b>. Acesso em: 30 jul. 2020.

PAULA, Islayne; MEL, Paula Freitas; SANTIAGO, Thyago Thomé do Amaral; CASARTELLI, Maria Regina de Oliveira. Medidas para minimizar o alto índice de evasão e reprovação no componente Química Geral. In: 8º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2016, Rio Grande do Sul, **Anais do ...** Universidade Federal do Pampa, 2016. p. 1-2.

PERRENOUD, Philippe. Organizar e dirigir situações de aprendizagem. In: PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar**. Trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artmed, 2000. p. 23-39. 192p. ISBN 8573076372

QUADROS, Ana Luiza; RODRIGUES, Victor Augusto Bianchetti; BOTELHO, Maria Luiza Silva Tupy. A imersão na docência com aulas temáticas: uma vivência de professores de Química em formação. **Currículo Sem Fronteiras**, v. 18, n. 2, p. 566-583, 2018. Disponível em: <http://www.curriculosemfronteiras.org/vol18iss2articles/quadros-rodrigues-botelho.pdf> acesso em 30 jul. 2020.

QUADROS, Ana Luiza; SANTOS, Cristiane Martins Pereira; SILVA, Dayse Carvalho; ÁVILA, Erick de Souza; BRANDÃO, Sirlaine Diniz Ferreira. Os alunos de Engenharia de Produção e a disciplina de Química. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Campinas. **Anais do...** Campinas: Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química, 2006, p. 1-7.

RIOS, Jaime Roberto Teixeira; SANTOS, Adilson Pereira; NASCIMENTO, Caroline. Evasão e Retenção no ciclo básico dos cursos de Engenharia da Escola de Minas da UFOP. In: XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2001, Porto Alegre. **Anais do...** Porto Alegre/RS, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2001. p. 83-90.

RODRIGUES, Victor Augusto Bianchetti; QUADROS, Ana Luiza. O ensino de ciências a partir de temas com relevância social contribui para o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes? REEC. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, v. 19, n. 1, p. 1-25, 2020. Disponível em: <http://revistas.educacioneditora.net/index.php/REEC/article/view/437> Acesso em: 30 jul. 2020.

SANTOS FILHO, Pedro Faria. Os trinta anos da disciplina de “Química Geral” oferecida aos alunos ingressantes no curso de graduação do Instituto de Química da UNICAMP. **Química Nova**, v. 23, n. 4, p. 563-567, 2000. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422000000400022 Acesso em: 30 jul. 2020.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. A Química e a formação para a cidadania. **Educación Química**, v. 22, n. 4, p. 300-305, 2011. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2011000400004 Acesso em: 30 jul. 2020.

SILVA, Erivaldo Lopes; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Visões de Contextualização de professores de Química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Ensaio: pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, p.101-118, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v12n1/1983-2117-epec-12-01-00101.pdf> Acesso em: 30 jul. 2020.

SILVA, Shirley Martim; EICHLER, Marcelo Leandro; DEL PINO, José Cláudio. As percepções dos professores de Química geral sobre a seleção e a organização conceitual em sua disciplina. **Química Nova**, v. 26, n. 4, p. 585-594, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/zv7HpdsYHkVxxYjtJ5SRq5r/abstract/?lang=en>. Acesso em: 16 nov. 2021.

TOURINHO, Cleber. Refletindo sobre a dificuldade de leitura em alunos do Ensino Superior: deficiência ou simples falta de hábito? **Revista Lugares de Educação**, Bananeiras/PB, v. 1, n. 2, p. 325-346, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/rle/article/view/10966> Acesso em: 30 jul. 2020.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2ª ed. (Tradução: Paulo Bezerra). São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009. 496 p. ISBN 9788578270773

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf Acesso em: 30 jul. 2020.

YAMAGUCHI, Klenicy K. L.; SILVA, Jath da Silva. Avaliação das causas de retenção em Química Geral na Universidade Federal do Amazonas. **Química Nova**, v. 42, n. 3, p. 346-354, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v42n3/0100-4042-qn-42-03-0346.pdf> Acesso em: 30 jul. 2020.