

SALETE LINHARES QUEIROZ

Estudo de Casos Aplicados ao Ensino de Ciências da Natureza

ENSINO MÉDIO

ISBN 978-85-99697-49-8



A expansão do Ensino Técnico no Brasil, fator importante para melhoria de nossos recursos humanos, é um dos pilares do desenvolvimento do país. Esse objetivo, dos governos estaduais e federal, visa à melhoria da competitividade de nossos produtos e serviços, vis-à-vis com os dos países com os quais mantemos relações comerciais.

Em São Paulo, nos últimos anos, o governo estadual tem investido de forma contínua na ampliação e melhoria da sua rede de escolas técnicas - Etecs e Classes Descentralizadas (fruto de parcerias com a Secretaria Estadual de Educação e com Prefeituras). Esse esforço fez com que, de agosto de 2008 a 2011, as matrículas do Ensino Técnico (concomitante, subsequente e integrado, presencial e a distância) evoluíssem de 92.578 para 162.105.

A garantia da boa qualidade da educação profissional desses milhares de jovens e de trabalhadores requer investimentos em reformas, instalações/laboratórios, material didático e, principalmente, atualização técnica e pedagógica de professores e gestores escolares.

A parceria do Governo Federal com o Estado de São Paulo, firmada por intermédio do Programa Brasil Profissionalizado, é um apoio significativo para que a oferta pública de ensino técnico em São Paulo cresça com a qualidade atual e possa contribuir para o desenvolvimento econômico e social do estado e, conseqüentemente do país.

Almério Melquíades de Araújo
Coordenador de Ensino Médio e Técnico



Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Diretora Superintendente

Laura Laganá

Vice-Diretor Superintendente

César Silva

Chefe de Gabinete da Superintendência

Luiz Carlos Quadrelli

Coordenador do Ensino Médio e Técnico

Almério Melquíades de Araújo

REALIZAÇÃO

Unidade de Ensino Médio e Técnico

Grupo de Capacitação Técnica, Pedagógica e de Gestão - Cetec Capacitações

Responsável Cetec Capacitações

Lucília dos Anjos Felgueiras Guerra

Responsável Brasil Profissionalizado

Silvana Maria Brenha Ribeiro

Coordenador de Projetos

Edilberto Félix da Silva

Revisão de Conteúdo

Yara Denadai Golfi

Projeto Gráfico

Diego Santos

Fábio Gomes

Priscila Freire

ISBN 978-85-99697-49-8

Projeto de formação continuada de professores da educação profissional do
Programa Brasil Profissionalizado - Centro Paula Souza - Setec/MEC

Estudo de Casos Aplicados ao Ensino de Ciências da Natureza

SALETE LINHARES QUEIROZ

NOTA

O presente material foi concebido para o Curso “Estudo de Casos Aplicados ao Ensino de Ciências da Natureza”, e nasceu da necessidade de um ensino pautado na realidade do educando, para que os conhecimentos ensinados façam sentido ao aluno e não se restrinjam apenas à memorização de conceitos e fatos, sem nenhuma relação com o dia-a-dia ou com questões socialmente relevantes. Um ensino que proporcione ao aprendiz uma melhor compreensão do mundo e das coisas que acontecem ao seu redor.

De acordo com o PCN+ Ensino Médio para Área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, no mundo atual, os estudantes devem ser capazes de saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir; enfrentar problemas de diferentes naturezas, participar socialmente, de forma prática e solidária; ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado. Mas quais abordagens educacionais podem proporcionar o ensino que queremos, que a sociedade necessita e que o mercado de trabalho espera? Como proporcionar um ensino de excelência em situações de poucos recursos materiais e condições físicas não muito adequadas?

Na busca por essas respostas, me deparei com o livro “Estudo de Casos no Ensino de Química” de Luciana Passos Sá e Salete Linhares Queiroz. Após a leitura da obra, passei a utilizar o Estudo de Caso em minhas aulas e percebi o enorme potencial dessa abordagem educacional, que proporciona o ensino de conteúdos tanto informativos como formativos, adequados para formação de um cidadão e um profissional que tenha uma ação interativa e responsável em nossa sociedade.

Como Coordenador de Projetos do Centro Paula Souza, em 2012, decidi promover uma primeira orientação sobre Estudo de Casos para os professores de Química da instituição, pois trata-se de uma abordagem pouco utilizada pelos professores e que contribui muito para o ensino de Química e das outras Ciências.

Para essa orientação, convidei a Profa. Dra. Salete Linhares Queiroz do Instituto de Química de São Carlos (USP), que aceitou prontamente. E objetivando incentivar ainda mais o uso de abordagens educacionais ativas, um novo curso foi elaborado e a obra “Estudo de Casos Aplicados ao Ensino de Ciências da Natureza”, que permitirá aos seus leitores educadores, se apropriarem do método de Estudo de Caso, para que construam aulas cada vez melhores e capazes de despertar no aluno o gosto pela aprendizagem e pela pesquisa, fazendo com que este se torne um cidadão capaz de enfrentar os desafios deste novo século.

Edilberto Felix da Silva
Professor Coordenador de Projetos

Apresentação

A presente apostila, dirigida a professores dos componentes curriculares de Biologia, Física e Química do Ensino Médio e do Ensino Médio Integrado ao Técnico do Centro Paula Souza, tem como objetivo apresentar características e possibilidades de aplicação do método de Estudo de Casos no ensino de Ciências. Durante a realização do curso *Estudo de Casos Aplicados a Ciências da Natureza*, serão levadas a cabo atividades, pautadas no material nela contido, tendo em vista o oferecimento de subsídios aos professores na elaboração, produção e utilização de casos investigativos em suas aulas. Ao final do curso, casos produzidos pelos professores serão selecionados visando à sua compilação e publicação no formato de material didático.

Vantagens inerentes à aplicação do método de Estudo de Casos no ensino de Ciências têm sido amplamente discutidas, com destaque para a sua potencialidade no estabelecimento de atividades didáticas que permitem o desenvolvimento de conteúdos não somente informativos, mas também formativos. Espero que as ações realizadas no curso contribuam para a sua difusão no Centro Paula Souza e possam auxiliar os professores na busca de alternativas de ensino que propiciem não somente o aprendizado de conteúdos de Ciências, mas também o desenvolvimento de habilidades como cooperação, argumentação e pensamento crítico. Desde já agradeço aos professores interessados na temática, cujos nomes estão elencados a seguir, pela sua disponibilidade em participar do curso.



Salete Linhares Queiroz

PROFESSORES MATRICULADOS NO CURSO (2015): ADRIANA MUNIZ, ADRIANO BASTOS NETO, BEATRICE VASCONCELOS, BEATRIZ TINI, CAMILA FANTOZZI, CAROLINE COSTA, CLAUDINEI ANTONIO DE PAULA, CLEUSA MARIA PEREIRA, DAINE DE OLIVEIRA FILHO, DORIANA DE LUCCA, EDUARDO NUNES, ELAINE CRISTINA CENDRETTI, ELDER RAMIRES, GILBERTO BASSETO JUNIOR, GILMAR GOMES FACHINI, IRENILDES OLIVEIRA, JAMIL DA SILVA, JAQUELINI RUFFO, JEFERSON DE OLIVEIRA, JOSÉ BENEDITO JUNIOR, JOSE EDUARDO DE OLIVEIRA, JULIANA CAULKINS, JULIANA CASTRO, KELLY LEME, LIGIA MARIA TROLEZI, LUCAS DA CRUZ SILVA, LUCIANA MENEZES, LUCIANO TRONCHINI, LUIS FERNANDO DA ROCHA, MARCIO TULIO SANTOS, MARCO AURELIO RIBEIRO, MARIISABEL QUEIROZ, MARIA DE FATIMA COCENZO, MARISA ISABEL REMEDI, ORLANDO LUCCHI, PAULO COSTA, REGIANE BRAZ, ROBERTO CARLOS DE OLIVEIRA, SERGIO EDUARDO CANDIDO, SILVANA BOTASSO, SIMONE AMADEU, SOLANGE ALBUQUERQUE, SUELI ARAUJO, TARCILIO CINTRA, VIVIAN RAMIRES.

Sumário

Método de estudo de casos: suas origens no exterior e sua difusão no ensino de Ciências no Brasil	9
Estudo de casos: aspectos a considerar na sua produção	14
Estudo de casos: possibilidades de utilização em sala de aula.....	19
Diretrizes para produção de material didático baseado em estudo casos	22
Formatação do texto	24

Método de estudo de casos: suas origens no exterior e sua difusão no ensino de Ciências no Brasil

Segundo Sá e Queiroz¹, o método de Estudo de Casos é uma variante do método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também conhecido como *Problem Based Learning* (PBL). Este se originou na Universidade de McMaster, Ontário, Canadá, no final dos anos sessenta, e a sua aplicação por muito tempo se deu no âmbito da formação de profissionais da área da saúde. O método se pauta na aproximação dos alunos com problemas reais e busca a promoção do aprendizado de conceitos científicos, o fomento ao pensamento crítico e à habilidade de resolução de problemas. Universidades renomadas fazem uso do método há muito tempo, como a Universidade de Maastricht, na Holanda. De fato, a sua difusão foi ampla e alcançou países em diversos continentes, inclusive no Brasil, onde alguns cursos de Medicina funcionam nos moldes apregoados pelo PBL. A título de exemplo, citamos os cursos de Medicina da Universidade Federal de São Carlos e da Universidade Federal do Amapá.

Na sua concepção original, o método PBL assume a aplicação junto aos alunos de problemas durante todo o período de um curso universitário. A aplicação do método de estudo de casos, por outro lado, se baseia na aplicação de problemas, no formato de casos investigativos, que pode ocorrer no contexto de uma disciplina, de forma isolada. É nessa perspectiva que alguns professores têm trabalhado no nosso país, especialmente no ensino de Ciências.

Desde o início dos anos 2000, a difusão do método no Brasil tem ocorrido a partir, principalmente de ações desencadeadas por parte do Grupo de Pesquisas em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC), sob a coordenação da Professora Salete Linhares Queiroz. No site do Grupo (www.gpeqsc.com.br) é possível acessar vários exemplos de casos investigativos que são disponibilizados gratuitamente para uso em sala de aula. No site também estão apresentados artigos que tratam especificamente da aplicação do método no ensino de Química.

Para que realizemos o nosso curso a contento, o acesso ao site e aos materiais nele existentes serão de grande valia. Dessa forma, os seguintes passos são indicados:

1. Acesso ao site www.gpeqsc.com.br
2. Acesso ao link *Casos Investigativos*, na seção *Recursos Didáticos* do site (tela ilustrativa na Figura 1).



Figura 1 – Tela ilustrativa de acesso aos casos investigativos.

Nesta parte do site, estão publicados vinte e seis casos investigativos produzidos por alunos matriculados nas disciplinas de Pós-Graduação ministradas pela Professora Salete Linhares Queiroz: *Aspectos Avançados da Docência no Ensino Superior de Química* - Universidade de São Paulo; *Elementos e Estratégias para o Ensino de Química* - Universidade Federal de São Carlos.

3. Acesso ao link de um dos casos, por exemplo, o primeiro da lista: Dê a Cipreste Algo que Preste (tela ilustrativa na Figura 2).



Figura 2 – Tela ilustrativa de acesso a um caso investigativo específico.

4. Imediatamente é disponibilizado ao leitor o texto do caso.
5. Para cada um dos casos é possível ainda adquirir materiais suplementares e possíveis soluções. O material suplementar de cada caso consta de três arquivos (pdf e/ ou power point): o caso para impressão no formato A4; o texto completo (contendo tópicos como: as fontes de inspiração, a teoria, os conceitos/habilidades/atitudes que se pretende contemplar a partir da aplicação do caso, as etapas sugeridas para a aplicação em sala de aula, as questões sugeridas para discussão e as soluções possíveis para o caso); a apresentação em data-show do caso e suas soluções.

O acesso ao material suplementar de cada caso é feito mediante cadastro do professor no site. Para efetuar o cadastro é preciso clicar na indicação *Quero me cadastrar* (tela ilustrativa na Figura 3). Esta é disponibilizada logo após o professor indicar que deseja *Acessar Material Complementar* de qualquer um dos casos.

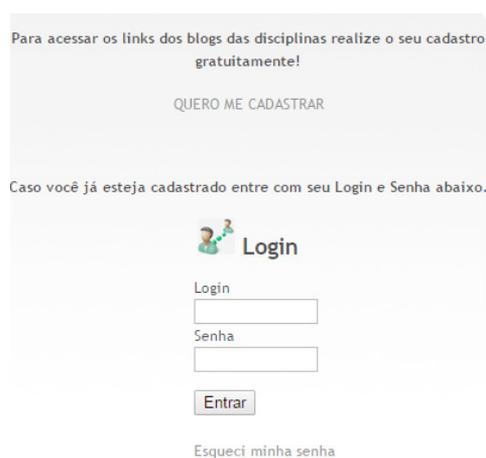


Figura 3 – Tela ilustrativa de acesso ao cadastro no site do GPEQSC.

As seguintes informações são solicitadas no momento do cadastramento: nome, sobrenome, sexo, data de nascimento, email, Id do Currículo Lattes, CPF, ocupação, instituição de ensino, cidade, estado e CEP. O Id do Currículo Lattes pode ser adquirido a partir do cadastramento no Currículo Lattes, no site https://wwws.cnpq.br/cvlattesweb/pkg_cv_estr.inicio

Cabe ainda destacar que duas coleções, denominadas *Coleção Luciana Sá* e *Coleção Ana Velloso* (tela ilustrativa na Figura 4), também estão disponíveis no site, porém para cada uma delas está vinculado apenas o texto do próprio caso.

Coleções

Nº 01 - CASOS - LUCIANA SÁ

Nº 02 - CASOS - ANA VELLOSO

Figura 4 – Tela ilustrativa de acesso às coleções Luciana Sá e Ana Velloso.

A difusão do método no Brasil também vem acontecendo devido à recorrência de publicações sobre a temática, especialmente no formato de dissertações, teses e de artigos de revistas da área de Educação. Nessa perspectiva, duas dissertações, uma tese e alguns artigos disponíveis no site do GPEQSC, como os indicados na Tabela 1, serão úteis para subsidiar a produção dos casos no nosso curso, assim como para auxiliar a proposta de aplicação dos mesmos.

As dissertações em questão são: *Casos investigativos no ensino de corrosão: estratégia para o desenvolvimento de habilidades argumentativas de alunos de graduação em química*, de autoria de Ana Maria de Souza Velloso, e *A argumentação no ensino superior de química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos*, de autoria de Luciana Passos Sá. A tese mencionada, de autoria de Luciana Passos Sá, se intitula: *Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química*.

Tabela 1 – Títulos, referências e indicação de autores de artigos relacionados à temática “Estudo de Casos no Ensino de Ciências”, com respectivos resumos.

Título: Estudos de caso em química	Referência: Química Nova, Vol. 30, No. 3, 731-739, 2007	Autores: Luciana P. Sá, Cristiane A. Francisco e Salete L. Queiroz
RESUMO: The case-study method of instruction is increasing in popularity and instructors of various scientific disciplines are adopting this method for their courses. Its effectiveness suggests that there is a need for such resources to be used in chemistry education. In this paper we describe this method in detail and present our use of cases in a scientific communication course offered to undergraduate chemistry students at the University of São Paulo. The description of the method and the example of its use may be helpful for faculty members who wish to explore new ways to engage students more deeply in their learning and to reinvigorate their own teaching practice.		
Título: Argumentos elaborados sobre o tema “corrosão” por estudantes de um curso superior de química	Referência: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 30, No. 2, 593-616, 2009	Autores: Ana M. S. Velloso, Luciana P. Sá, Artur de J. Motheo e Salete L. Queiroz
RESUMO: Pesquisas teóricas e empíricas sobre a argumentação na Educação em Ciências se intensificaram nas últimas duas décadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do método Estudo de Caso para promover a argumentação em salas de aulas de química. Após receberem os casos, estudantes de graduação em química solucionaram, em grupo, uma série de questões elaboradas com o intuito de guiá-los sobre aspectos relevantes relacionados a questões ambientais, econômicas e da área de química (tópico “corrosão”). O processo culminou nas apresentações orais dos grupos sobre possíveis soluções para os casos. A qualidade dos argumentos por eles produzidos foi avaliada com base no Padrão de Argumento de Toulmin (TAP). As conclusões deste trabalho indicam a utilização de casos investigativos como uma estratégia eficiente para promover e aperfeiçoar a habilidade de argumentação dos alunos.		
Título: SOS Mogi-Guaçu - contribuições de um estudo de caso para a educação química no nível médio	Referência: Química. Nova na Escola, Vol. 33, No. 3, 185-199, 2011	Autores: Osmair B. Silva, Jane R. S. Oliveira e Salete L. Queiroz
RESUMO: Este artigo descreve a aplicação do estudo de caso intitulado SOS Mogi-Guaçu em uma turma de química do ensino médio. As atividades didáticas favoreceram a busca e a análise de informações relacionadas à poluição de ambientes aquáticos, à reflexão sobre as prováveis causas de problemas reais, à tomada de decisão e à sugestão de possíveis soluções para o caso por parte dos alunos. Na percepção destes, a proposta também desenvolveu a capacidade de investigar e solucionar problemas, de realizar trabalhos em grupo e de comunicação oral. Portanto, tais atividades, pautadas na metodologia de estudo de casos, mostraram-se potencialmente capazes de atender às novas demandas formativas para a educação básica.		
Título: Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de química	Referência: Educación Química, Vol. 24, No. 2, 522-528, 2013	Autores: Luciana P. Sá, Ana C. Kasseboehmer e Salete L. Queiroz
RESUMO: Varios investigadores promueven la discusión de asuntos socio-científicos en el aula, dado el potencial que tienen para desarrollar habilidades argumentativas en los estudiantes. Este estudio explora la naturaleza de los argumentos utilizados por estudiantes de la licenciatura de química en la toma de decisiones de un asunto socio-científico. Toda la actividad se basó en estudios de caso, mediante el uso de narrativas realistas que involucran una presentación auténtica de una persona en una situación compleja construida así por un propósito pedagógico particular. El estudio también informa cómo los estudiantes, mientras argumentan, llegan a incorporar alguna fuente de prueba y sus estrategias de aprendizaje.		

Título: Gêmeos, genéricos e quirais: um estudo de caso sobre a relação entre estereoquímica e atividade farmacológica	Referência: Ensino, Saúde e Ambiente, Vol. 7, No. 1, Edição Especial, 2014	Autores: Nilcimar S. Souza e Salete L. Queiroz
RESUMO: O presente trabalho tem por objetivo apresentar e analisar uma atividade didática pautada na resolução de problemas sociocientíficos no formato de estudos de caso. Durante seis semanas, no ambiente virtual eduqui.info, nove dos 27 alunos da disciplina Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, do curso de Bacharelado em Química do Instituto de Química da São Carlos, Universidade de São Paulo, solucionaram um estudo de caso relacionado à ocorrência de misturas racêmicas em medicamentos com princípio ativo quiral. A argumentação textual final dos alunos foi analisada tendo em vista a identificação da natureza dos argumentos adotados, das fontes de evidências empregadas e das estratégias de aprendizagem seguidas.		

No fomento à difusão do método, destaca-se ainda a publicação do livro *Estudo de Casos no Ensino de Química*, de autoria de Luciana Passos Sá e de Salete Linhares Queiroz (Editora Átomo, segunda edição, 2010).

Os materiais existentes no site do GPEQSC, embora voltados especificamente à área de Química, são suficientemente versáteis para permitir a construção de casos e de atividades relacionados às outras áreas das Ciências da Natureza.

Capítulo 2

Estudo de casos: aspectos a considerar na sua produção

Segundo Sá e Queiroz¹, casos são narrativas sobre dilemas, vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões a respeito de determinados assuntos. A familiarização com o contexto do caso e com os seus personagens acaba por impulsionar os estudantes na busca de escolhas, e posterior tomada de decisão, necessária para a sua resolução.

A produção de casos investigativos de boa qualidade deve se pautar, segundo Herreid², na consideração dos seguintes aspectos por parte dos autores:

- um bom caso narra uma história;
- um bom caso desperta o interesse pela questão;
- um bom caso deve ser atual;
- um bom caso cria empatia com os personagens centrais;
- um bom caso inclui diálogos;
- um bom caso é relevante ao leitor;
- um bom caso tem utilidade pedagógica;
- um bom caso provoca um conflito;
- um bom caso força uma decisão;
- um bom caso tem generalizações;
- um bom caso é curto.

O caso intitulado *SOS Mogi-Guaçu*, extraído do artigo de autoria de Silva et al³, é apresentado no Quadro 1. Nele são destacados alguns dos elementos apontados por Herreid² como relevantes na produção de um bom caso investigativo. O primeiro autor do artigo, Osmair Benedito da Silva, é Professor da Escola Estadual Marivaldo Carlos Degan, em São Carlos, SP.

SOS Mogi-Guaçu: mortandade de peixes no pesqueiro

O CASO NARRA UMA HISTÓRIA



O Sr. Antonio possui um pesqueiro no rio Mogi-Guaçu, no município de São Carlos, e nas últimas semanas tem enfrentado um sério problema com a mortandade de peixes na região, e a pesca anda escassa. Como tem na pesca sua única fonte de renda, preocupado com a situação recorre a um primo, Álvaro, estudante de química na Universidade Federal do Paraná, para pedir-lhe auxílio.

Resolveu comunicar-se com o primo por meio do seguinte e-mail:

Olá, Álvaro

Como andam as coisas por aí? O reveillon aí em Curitiba foi muito bom. Estou escrevendo esta mensagem para pedir-lhe ajuda. Nas últimas semanas, muitos peixes têm aparecido mortos na beira do rio, próximo ao pesqueiro que você já conhece. Inúmeros curimatás, dourados, piavas e piaparas adultos, com massa corporal entre 10,0 a 12,0 Kg, apresentavam aspecto rosado, amarelado e alguns esbranquiçados. Abrimos alguns desses peixes e os seus fígados, ao serem apertados com os dedos, não tinham mais elasticidade, estavam sem consistência e se desmanchavam em nossas mãos. Este fato tem comprometido a pesca e consequentemente nossas entregas nas peixarias em Araraquara e São Carlos. Na região de São Carlos, próximo ao pesqueiro, aumentaram as plantações de feijão e batata e também o número de “rancheiros”. Entrei em contato com um amigo que possui um rancho à beira do Mogi, no município de Pirassununga, e a mortandade de peixes não acontece por lá. Sei como você é envolvido em pesquisas e questões ambientais, por isso resolvi escrever para pedir esclarecimentos das possíveis causas da mortandade de peixes e sugestões para a solução do caso. Conto com a sua colaboração.

Abraço a todos por aí,
Antonio.

Suponham que vocês sejam esse primo do Sr. Antonio e tenham que esclarecer o que possivelmente esteja acontecendo e a propor soluções para o caso.

O CASO É ATUAL



O CASO É RELEVANTE AO LEITOR E DESPERTA O INTERESSE PELA QUESTÃO



O CASO FORÇA UMA DECISÃO



O CASO PROVOCA UM CONFLITO



O CASO TEM UTILIDADE PEDAGÓGICA



O CASO PRODUZ EMPATIA COM OS PERSONAGENS CENTRAIS



Quadro 1 – Caso SOS Mogi-Guaçu com a respectiva indicação de elementos sugeridos por Herreid² como relevantes na produção de um “bom caso”.

Fonte: Química Nova na Escola, Vol. 33, No. 3, p. 188, 2011.

Lançar mão das recomendações de Herreid² pode auxiliar o autor na produção de um bom caso. Além disso, cabe ainda considerar a natureza do problema que se pretende embutir na narrativa (se aberto ou fechado, por exemplo). Nessa perspectiva, Sá⁴ sugere que os casos podem ser classificados em:

- casos estruturados: apresentam de forma bem definida, no contexto da narrativa, o problema a ser resolvido. Múltiplas alternativas de solução podem existir para o caso, restando aos estudantes a tarefa de analisá-las, fazendo a opção pela mais viável.
- casos mal-estruturados: não apresentam de forma bem definida o problema principal que permeia o caso. Dessa forma, os estudantes ficam encarregados de identificar o problema a ser investigado e analisar possíveis alternativas para solucioná-lo.
- casos de múltiplos problemas: se diferenciam dos demais por não apresentarem um único e bem definido problema a ser solucionado. A percepção de que é preciso solucionar outros problemas vinculados ao problema principal fica patente.

O caso ilustrado no Quadro 1 pode ser considerado como um caso mal-estruturado. O problema principal a ser solucionado não está definido de maneira explícita no texto (não está indicada a causa geradora da mortandade dos peixes), sendo necessário que o aluno primeiramente o identifique para então buscar alternativas para resolvê-lo e decidir pela que considera mais adequada. Alguns autores³ acreditam que “esse tipo de caso estimula a análise comparativa das possíveis causas do problema, requer a avaliação cuidadosa de afirmações e de evidências e exige do aluno a necessidade de considerar pontos de vista distintos” (p. 188).

O caso ilustrado no Quadro 2 pode ser considerado como um caso estruturado. O problema principal a ser solucionado está definido de maneira explícita no texto (é solicitada apresentação de proposta que indique duas proteções contra corrosão de pelo menos três tipos de liga de alumínio).

Corrosão em Aviões

Um bom caso deve ser atual →

Um bom caso narra uma história ↓

A Embraer (Empresa Brasileira de Aeronáutica S. A.) pretende lançar nos próximos anos um novo avião que fará o percurso de São Paulo ao Rio de Janeiro. O químico Maurício Botelho foi encarregado de divulgar um concurso que premiará alunos matriculados em cursos de graduação em Química (e áreas correlatas) que apresentarem as melhores propostas com relação à liga de alumínio que estará presente na construção das asas do avião.

Em recente entrevista Maurício afirmou que o concurso visa captar novos talentos e projetar a marca da Embraer no mercado nacional. Segundo ele, os estudantes devem considerar especialmente a integridade da liga sugerida face à fadiga e à corrosão, uma vez que estas podem causar fraturas, que resultam em grandes prejuízos para as companhias aéreas. A título de exemplo, o químico citou os acidentes aéreos ocorridos no Havai (Boeing 737-200, Aloha Airlines), em 1988, e na Holanda (Boeing 747-258F, El Al Israel Airlines), em 1992.

Um bom caso é relevante ao leitor e desperta o interesse pela questão →

Para enfatizar a relevância econômica da questão em foco no concurso Maurício mencionou ainda os elevados gastos da *National Association of Corrosion Engineer* (EUA), relacionados a assuntos que envolvem a corrosão de materiais em aviões.

Um bom caso força uma decisão ↙

Você e o seu grupo irão participar do concurso e apresentarão uma proposta na qual indicarão duas proteções, contra corrosão, de pelo menos três tipos de liga de alumínio, e argumentarão a favor da utilização de uma delas. ▲

Quadro 2 – Caso Corrosão em Aviões com a respectiva indicação de elementos sugeridos por Herreid² como relevantes na produção de um “bom caso”.

Fonte: REEC, Vol. 30, No. 2, p. 596, 2009.

Em contraponto, o estudo de caso ilustrado no Quadro 3 pode ser considerado como um caso de múltiplos problemas. De fato, no caso Reciclagem de Materiais⁵, um proprietário de uma pequena empresa de reciclagem de plásticos enfrenta problemas relacionados ao tratamento dos resíduos gerados no processo de reciclagem. Ao analisar o caso, os alunos percebem que três questões devem ser resolvidas: o que fazer com o óleo das embalagens? O que fazer com as embalagens depois de retirado o óleo? Como tratar os efluentes gerados no processo de reciclagem?

Quadro 1. Caso Reciclagem de Materiais. Fonte de inspiração: reportagem Embalagem Livre de Óleo Lubrificante (Revista *Pesquisa FAPESP*, n. 111, p. 62, maio/2005).

RECICLAGEM DE MATERIAIS

As embalagens plásticas de óleo lubrificante usadas em motores automotivos são produzidas em polietileno de alta densidade (PEAD) e se tornaram um problema para os recicladores. Os locais de troca de óleo (postos de gasolina, centros de troca, concessionárias de veículos etc.) descartam diariamente para o meio ambiente frascos plásticos contaminados com óleo lubrificante e aditivos. O óleo residual, contido nesses frascos, aumenta o índice de fluidez do plástico, dificultando o processo de reciclagem e prejudicando a qualidade dos artefatos reciclados produzidos, devido à deformidade e presença de odor de óleo.

Hélio é proprietário de uma pequena empresa de reciclagem de plásticos em Campinas, São Paulo. Ele, assim como muitos outros recicladores, enfrenta um dilema: o que fazer com resíduos sólidos tais como aqueles contidos nas embalagens de lubrificantes?

Certo domingo, Hélio recebeu a visita de um primo. Sérgio é estudante do curso de Química da Universidade de São Paulo (USP) e foi passar alguns dias na sua casa. Na segunda-feira, Hélio levou Sérgio para conhecer a empresa de reciclagem.

Depois de conhecer todo o local, Sérgio faz algumas perguntas a Hélio:

- Hélio, como vocês fazem para separar o óleo das embalagens plásticas?
- Atualmente nós usamos detergente e água para extrair o óleo. O problema é o elevado custo, pois o efluente não pode ser despejado em esgotos e rios sem passar por um tratamento adequado e isso tem me causado alguns prejuízos.
- E não existem outras técnicas mais viáveis para fazer esta separação?
- Não sei. Devido à falta de tempo, não tenho me atualizado sobre o assunto. Mas gostaria muito de encontrar alternativas mais viáveis economicamente e que não causassem nenhum dano ao meio ambiente.
- Não tenho certeza, mas acredito que já deve ter sido desenvolvida uma melhor tecnologia para a remoção do óleo dessas embalagens, assim como para o tratamento dos efluentes gerados no processo de reciclagem, que, pelo o que sei, é outro problema.
- Eu desconheço qualquer inovação nesse sentido. Mas, se você puder me ajudar a encontrar uma melhor solução para o problema, ficarei muito grato e o meio ambiente também.
- Na quinta-feira volto para casa e irei procurar alguns amigos da faculdade. Eles fazem estágio em uma empresa de reciclagem de plásticos em São Paulo e acredito que poderão nos ajudar.
- Muito obrigado, Sérgio. Ficarei aqui aguardando notícias.

Vocês são amigos de Sérgio e irão ajudá-lo a encontrar alternativas mais viáveis para a empresa de Hélio, do ponto de vista econômico e ambiental.

Quadro 3 – Caso Reciclagem de Materiais.
Fonte: Educación Química, Vol. 24, No. 2, p. 524, 2013.

Além das considerações sobre as características inerentes aos casos, é alvo de discussão, neste capítulo, a recorrência de determinadas fontes de inspiração para a sua produção. Os casos publicados no site do GPEQSC são baseados, na sua maioria em:

- artigos de divulgação científica;
- artigos originais de pesquisa;
- artigos da área de educação;
- reportagens/documentários exibidos na TV e na internet
- experiências vivenciadas pelos autores.

Para melhor entendermos os conceitos de artigos de divulgação científica e de artigos originais de pesquisa, valemo-nos das definições expressas por Oliveira e Queiroz⁶. Segundo as autoras, artigos de divulgação científica são publicados em jornais e revistas de fácil acesso à população (por exemplo: *Ciência Hoje*). Artigos originais de pesquisa são aqueles que reportam resultados oriundos de investigação científica e possuem uma organização baseada na divisão em seções: introdução, materiais e método, resultados e discussão (por exemplo: *Química Nova*, seção Artigo).

O Quadro 3, por exemplo, ilustra um caso cujo autor teve como fonte de inspiração para a sua produção a reportagem *Embalagem Livre de Óleo Lubrificante*, publicada na *Revista Pesquisa FAPESP*. Da mesma forma, para a confecção de todos os casos apresentados na *Coleção Luciana Sá* a autora se inspirou em artigos publicados na *Revista Pesquisa FAPESP*.

A inspiração para a produção do caso *Perigo em Espaços Confinados* se originou de uma reportagem na qual foi abordado um acidente ocorrido numa cooperativa de Capão Bonito, na Grande São Paulo. Neste acidente houve a explosão de um silo com posterior desabamento, levando um dos trabalhadores ao óbito. O caso foi totalmente inspirado nesse acidente, ou seja, explosão de silo seguida de desabamento com vítima.

O caso *Gêmeos, Genéricos e Quirais – São Mesmo Todos Iguais?* foi produzido a partir da experiência pessoal dos autores com síntese e separação de compostos quirais.

Sá e Queiroz¹ apontam ainda filmes comerciais relacionados a histórias/eventos capazes de gerar discussões sobre questões sociais, econômicas e éticas relacionadas à Ciência como adequadas fontes de inspiração para a produção de casos. Acrescentam ainda que também podem ser convenientemente explorados filmes que abordam questões sobre o próprio conteúdo científico a ser tratado nas disciplinas nas quais os casos sejam aplicados.

Estudo de casos: possibilidades de utilização em sala de aula

A utilização de casos em ambientes de ensino de Ciências pode ocorrer de forma variável. Em artigos reportados na literatura, os casos são colocados em funcionamento, principalmente, no contexto de promoção de discussão em pequenos grupos, com posterior solicitação de apresentação da sua resolução, seja na forma escrita ou oral. Denominamos este tipo de formato de *Formato de Discussão*.

O *Formato de Discussão* pode assumir os passos tradicionais do PBL, que consistem em:

1. Ler o caso e fazer a identificação e esclarecimento das palavras e expressões desconhecidas. Nesta etapa existe a possibilidade de ocorrer a elucidação do significado de todas elas pelos membros do grupo ou de persistirem dúvidas com relação a algumas. A busca pelo significado daquelas que não foram esclarecidas é entendida como “objetivo de aprendizado”.
2. Identificar qual(is) é(são) o(s) problema(s) em pauta no caso. Não cabe neste passo procurar identificar a causa para o(s) problema(s) nem tampouco discutir as possíveis soluções para o caso.
3. Discutir o problema que permeia o caso por meio da expressão de conhecimentos prévios dos membros do grupo a seu respeito. Em seguida, cabe a formulação de hipóteses sobre o(s) problema(s) identificado(s).
4. Resumir a discussão, a partir do resgate do(s) problema(s), das hipóteses aventadas e das contribuições advindas dos conhecimentos prévios levantados.
5. Formular objetivos de aprendizado a partir da identificação de aspectos que ainda precisam ser estudados para o alcance da solução para o caso.
6. Buscar informações de forma individual, tendo em vista agregar ao grupo conhecimentos que permitam o alcance da solução para o caso.
7. Retornar ao grupo, compartilhar com ele as informações adquiridas na etapa anterior e procurar a solução para o caso. Esta pode ser alcançada neste segundo encontro entre os membros do grupo ou pode ser necessário um retorno aos passos anteriores antes da finalização da tarefa.

O caso pode também ser aplicado no contexto de uma aula expositiva (*Formato de Aula Expositiva*), quando assume o caráter de história contada pelo professor, usualmente com o objetivo de contextualizar um determinado assunto.

Muitas outras variantes podem ser adotadas, de acordo com a experiência e conhecimento do professor com relação a estratégias de ensino. No caso *Pau-Rosa Pede Socorro*⁶, por exemplo, a autora sugere a aplicação do caso a partir da formação de grupos de base e grupos de especialistas, de acordo com o método cooperativo *jigsaw*. A Figura 5 ilustra o funcionamento do método⁷.

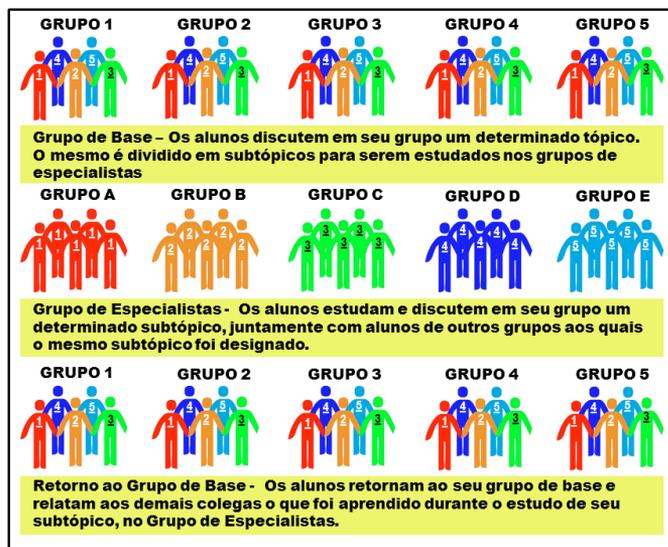


Figura 5 – Esquema de aplicação do método cooperativo *jigsaw*⁷.

No método *jigsaw* os alunos são divididos, inicialmente, em grupos (denominados de grupos de base) para que discutam sobre um determinado tópico. Em seguida, este é dividido em tantos subtópicos quanto forem necessários, de modo que cada membro do grupo de base estudará especificamente um dos subtópicos, agora em um novo grupo, denominado grupo de especialistas. Depois, os membros retornam aos seus grupos de base e compartilham o conhecimento e as vivências adquiridas nos grupos de especialistas, ensinando aos companheiros aquilo que aprenderam sobre o subtópico estudado, de modo que ao final todos os conhecimentos são reunidos para a compreensão do tópico geral discutido inicialmente.

Sá e Queiroz¹ mencionam ainda a possibilidade de distribuição, por parte do professor, de vários casos sobre a mesma temática em grupos de alunos e a posterior discussão de todos eles em determinado intervalo de tempo (*Formato de Múltiplos Casos*). Outro formato mencionado pelas autoras¹ é o *Formato de Caso Interrompido*: “neste método os trabalhos têm início quando o professor fornece aos alunos, idealmente divididos em grupos, um caso que trata de um problema que foi realmente enfrentado por pesquisadores de determinada área e solicita que apresentem possíveis caminhos para sua solução. Depois que os alunos discutem o caso por aproximadamente quinze minutos, o professor pede que eles relatem suas ideias a respeito do problema. Em seguida, o professor acrescenta novas informações sobre o caso, o que acarreta dificuldades adicionais na sua resolução, e pede aos alunos que imaginem possíveis soluções. Novamente, de-

pois de discussões, eles relatam suas ideias e, então, o professor fornece dados adicionais para suas interpretações. Finalmente, o professor apresenta a resolução sugerida pelos pesquisadores e a confronta com aquelas oferecidas pelos grupos de alunos” (p.25).

A utilização do caso em sala de aula implica, muitas vezes, na elaboração de perguntas aos alunos sobre aspectos a ele referentes. Estas podem ser formuladas com o intuito de fornecer subsídios para que estes alcancem a solução do caso, a partir de uma tomada de decisão que considere várias perspectivas do problema em foco. Nesse contexto, nas dissertações e na tese mencionadas no Capítulo 1 desta apostila as autoras se basearam no Modelo Normativo de Tomada de Decisão de Kortland⁸ (Figura 6) para elaborar as perguntas aplicadas em sala de aula. Este Modelo ilustra etapas capazes de facilitar a tomada de decisão pelos alunos com relação a um determinado assunto.

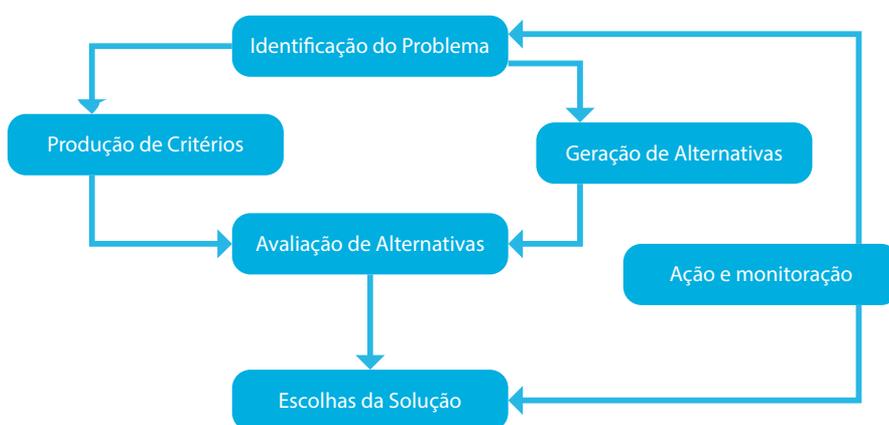


Figura 6 – Modelo Normativo de Tomada de Decisão de Kortland⁸.

Com relação ao Caso *Corrosão em Aviões*, ilustrado no Quadro 2, as seguintes solicitações foram apresentadas, associadas ao Modelo de Kortland⁸:

Identificação do problema (Assunto: Explicar em linhas gerais o assunto do caso e fazer um levantamento do que é necessário saber para solucioná-lo);

Produção de critérios (Pesquisa das características do problema, apresentar quais os vínculos científicos que o caso apresenta: classificação, tipo e composição das ligas; meio corrosivo. condições operacionais; principais formas de corrosão nas ligas; mecanismos dos processos corrosivos; proteções contra corrosão);

Julgamento de valor – gravidade do problema (Faça um julgamento da gravidade do problema descrito no caso. Justifique a resposta);

Geração de alternativas (Inventário de medidas: Que diferentes medidas normalmente são tomadas diante da situação apresentada no caso?);

Avaliação das alternativas (Pesquisa das características das medidas: vocês acreditam que as medidas acima citadas são suficientes para resolver o problema? Explique. Que outras medidas vocês consideram importantes e que deveriam ser tomadas?);

Escolha da solução (Julgamento de valor da melhor solução: Que medidas vocês acharam mais adequadas para a resolução do caso? Explique detalhadamente as vantagens e desvantagens das opções escolhidas em relação às outras possíveis soluções).

Diretrizes para produção de material didático baseado em estudo casos

Espera-se que a participação dos professores no curso *Estudo de Casos Aplicados a Ciências da Natureza* conduza à produção de material didático baseado em um estudo de caso relacionado à sua área de atuação docente no Centro Paula Souza. O referido material, de autoria individual ou de uma dupla de professores, será organizado de modo a contemplar os itens a seguir:

1. Capa (título do caso, nome e e-mail dos autores);
2. Apresentação do texto do caso;
3. Características do caso que justificam a sua classificação como sendo um “bom caso” (fazer indicações conforme ilustrado nos Quadros 1 e 2 ou apresentar a justificativa de forma textual);
4. Características do caso e contextualização do tema nele abordado (síntese da narrativa do caso e sua caracterização como estruturado ou mal-estruturado, além de apresentação de informações/discussão de dados que corroboram a relevância do tema, especialmente para o público ao qual o caso se destina);
5. Fontes de inspiração na produção do caso (descrever sucintamente todas as fontes utilizadas e colocar em Anexo as principais);
6. Etapas de aplicação do caso em ambiente de ensino;
7. Materiais didáticos necessários para aplicação do caso (listas de exercícios/jogos/tabelas ou gráficos informativos etc): se não for possível descrever no próprio texto, colocar em anexo;
8. Habilidades/atitudes passíveis de serem contempladas com a aplicação do caso;
9. Estabelecimento de relações entre as etapas de aplicação do caso e as habilidades/atitudes contempladas;
10. Soluções para o caso (pelo menos duas) e conteúdos de Ciências em pauta, com as respectivas fundamentações teóricas;

11. Indicação da melhor solução para o caso, com justificativa;

12. Bibliografia consultada;

13. Anexos.

As observações elencadas a seguir são relevantes para o pleno atendimento da produção do material didático:

1. Os tópicos apresentados no material didático devem ser numerados de acordo com o que foi estabelecido na página anterior;
2. A descrição de cada um dos tópicos deve seguir as diretrizes mencionadas na página anterior;
3. Nos casos em que existam personagens que não falam de acordo com a norma culta da nossa língua, a indicação das falas dos mesmos deve vir em itálico. Dessa forma, fica claro que não estão sendo cometidos erros de português no texto;
4. Todos os casos precisam ser finalizados com uma solicitação de atividade para o aluno. Esta deve ser clara. É preciso também incluir a apresentação de duas soluções para o problema estabelecido e indicar a necessidade de argumentação com relação a uma das soluções;
5. As fontes de inspiração devem ser indicadas de forma objetiva (indicação de site, de um artigo específico de uma revista, vídeo do youtube etc) e colocadas na sequência do texto ou anexas, no final;
6. Os materiais didáticos necessários para aplicação do caso precisam ser indicados de forma objetiva (indicação de lista de exercício, tabelas, textos suplementares etc) e devem ser colocados na sequência no texto ou anexos, no final;
7. Atenção para a colocação de pontos finais e ponto e vírgula no texto (consistência do texto);
8. As figuras, esquemas, tabelas etc apresentadas no texto devem ser seguidas da indicação das respectivas fontes;
9. Procurar não repetir palavras em uma mesma frase ou de forma que se apresentem próximas umas às outras;
10. A elaboração de sumário é necessária;
11. Sempre que figuras, esquemas, tabelas etc aparecerem no texto, a sua indicação precisa estar citada no corpo do texto;
12. As resoluções sugeridas precisam ser detalhadas em um pequeno trecho, não podem se limitar à indicação de tópicos ou apresentação muito sucinta;
13. Nomes de personagens não podem ser usados se são reais ou de autoria de outros;
14. A contextualização do assunto abordado no caso (item 4 da página anterior) não pode ser demasiado sucinta e precisa ser acompanhada de justificativa da relevância do tema.

FORMATAÇÃO DO TEXTO

- Os textos devem ser digitados em Word for Windows (salvos em versão .doc), fonte Times New Roman e espaço entrelinhas de 1,5;
- Definição detalhada do tamanho da fonte: Título das seções: 14; Texto normal: 12; Legendas das tabelas/imagens: 10; Margem: esquerda e superior de 2,5 cm e direita e inferior de 2,0 cm.

Referências Bibliográficas

1. SÁ, L.P.; QUEIROZ, S.L. Estudo de casos no ensino de química. Campinas: Editora Átomo, 2010, 93p.
2. HERREID, C. F. What makes a good case? *Journal of College Science Teaching*, 27 (3): 163, 1998.
3. SILVA, O.B.; OLIVEIRA, J.R.S; QUEIROZ, S.L. SOS Mogi-guaçu: contribuições de um estudo de caso para a educação química no nível médio. *Química Nova na Escola* 33 (3): 185, 2011.
4. SÁ, L.P. Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, Brasil, 2010.
5. SÁ, L.P.; KASSEBOEHMER, A.C.; QUEIROZ, S.L. Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de química. *Educación Química* 24 (2): 524, 2013.
6. OLIVEIRA, J.R.S; QUEIROZ, S.L. Comunicação e linguagem científica: guia para estudante de química. Campinas: Editora Átomo, 2007, 113p.
7. OLIVEIRA, B.R.M. Contribuições da aprendizagem cooperativa para a formação inicial dos bolsistas PIBID/Química – UEM. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá, Brasil, 2015.
8. KORTLAND, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. *Science Education*, 80 (6): 673, 1996.

Esta publicação foi impressa em papel offset 90g/m² (miolo) e papel couché 230g/m² (capa).

Fontes utilizadas: Colaborate título 25pt, subtítulo 14pt, Palatino texto 10pt, Helvetica neue (quarta capa) 8pt.

SALETE LINHARES QUEIROZ

Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal do Ceará (1988), mestrado em Química pela Universidade Federal de São Carlos (1991), doutorado em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1996) e pós-doutorado em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (2001) e pela Pennsylvania State University (2009). É bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq e coordenadora do Curso de Especialização em Educação em Ciências lato sensu da Universidade de São Paulo (USP), vice-diretora do Centro de Divulgação Científica e Cultural da USP (CDCC/USP), editora da Revista Química Nova na Escola (SBQ) e professora livre-docente do Instituto de Química de São Carlos (USP), onde coordena o Grupo de Pesquisa em Ensino de Química, no qual foram formados, até o momento, sob a sua orientação, dezessete mestres e cinco doutores. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação em Química, atuando principalmente nos seguintes temas: linguagem, novas tecnologias e estado da arte no ensino de química