

Noções básicas de segurança no trabalho com radiações: uma abordagem para calouros por meio do método de Estudo de Caso

Basic notions of occupational safety in radiation work: a Case Study method approach for Freshmen

Tania Denise Miskinis Salgado

Departamento de Físico-Química, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
tania.salgado@ufrgs.br

Andréia Carvalho da Silva

PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, UFRGS
deiacsb@gmail.com

Resumo

Este trabalho analisa as atividades realizadas no módulo sobre Segurança no Trabalho com Radiações, introduzido na reformulação da disciplina de Segurança em Laboratório Químico para calouros de um curso de Química. Esta investigação, de natureza qualitativa, caracteriza-se metodologicamente como um estudo de caso. O trabalho realizado em aula, que incluiu a resolução, em grupos, de Estudos de Caso sobre incidentes envolvendo radiações ou materiais radioativos, mostrou-se adequado para a compreensão e internalização de princípios básicos do trabalho seguro em laboratório, com foco na prevenção de acidentes e incidentes. Os estudantes foram capazes de construir conhecimentos básicos sobre o tema, desmistificando algumas ideias de senso comum sobre radiações e radioatividade, e de diferenciar corretamente contaminação radioativa de exposição à radiação. As sugestões formuladas pelos estudantes serão utilizadas para o aperfeiçoamento do trabalho em próximos semestres.

Palavras chave: Estudo de Caso, segurança no trabalho com radiações, contaminação radioativa, exposição à radioatividade, irradiação.

Abstract

In the present work, the activities done in the module about Occupation Safety in Radiation Work, which was introduced during the reformulation of the Chemical Lab Security discipline taught for freshmen in a Chemistry course, are analyzed. This investigation has a qualitative nature and is methodologically characterized as a case study. The work done in class, which included a group Case Study resolution about radiation or radioactive material accidents, has shown to be suitable for the comprehension and internalization of the basic principles of how to work safely in laboratories, with accidents and incidents prevention focus. The students were able to build basic knowledge on the topic, demystifying some common-sense ideas about radiations and radioactivity, and to correctly distinguish radioactive contamination from radiation exposure. The students' suggestions will be used for

the improvement of the next semesters' work.

Key words: Case Study, occupational safety in radiation work, radioactive contamination, exposition to radioactivity, irradiation.

Por que buscamos alternativas de ensino para as noções básicas de radioatividade e segurança no trabalho com radiações?

Calouros do curso de Química (com habilitações em Bacharelado, Industrial ou Licenciatura) muitas vezes ingressam na Universidade sem conhecimentos prévios sobre a natureza das radiações, suas formas de interação com a matéria, seus efeitos biológicos e sobre como trabalhar com materiais radioativos em condições seguras. Muitos estudantes têm algumas ideias do senso comum como, por exemplo, a de que todo material radioativo brilha ou de que toda radiação mata ou causa mutações.

No Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), há um laboratório no qual se realizam experimentos nas disciplinas de Radioquímica – obrigatória para a Licenciatura – e de Química Nuclear e Radioquímica – eletiva para os cursos de Bacharelado em Química, Bacharelado em Física e Engenharia Física. Assim, nem todos os estudantes de Química cursarão uma disciplina específica na qual esses conceitos sejam abordados. A fim de garantir que todos os estudantes tenham acesso a noções básicas sobre radioatividade e segurança no trabalho com radiações e materiais radioativos, foi introduzido o módulo “Segurança no Trabalho com Radiações” na disciplina de Segurança em Laboratório Químico I, obrigatória na 1ª etapa do curso de Química da UFRGS.

Essa introdução ocorreu quando a disciplina passava por uma reformulação geral iniciada no primeiro semestre de 2013. Sua abordagem, até então centrada na apresentação e memorização de normas, de forma descontextualizada, vinha resultando em desinteresse dos estudantes e em um índice de reprovação da ordem de 30%. Esses fatores desestimulavam os calouros, que já enfrentavam disciplinas com elevado grau de dificuldade, como Química Geral Teórica e Cálculo e Geometria Analítica I-A, contribuindo para a sua retenção logo nas etapas iniciais do curso e ainda para a elevada evasão, que chega a quase 50%¹. Além disso, o simples conhecimento das normas não demonstrava ser um método suficiente para que os estudantes obtivessem a efetiva compreensão de como proceder em caso de acidentes ou incidentes ou de como atuar com segurança na rotina de um laboratório. Isso porque as abordagens que privilegiam o caráter informativo e descontextualizado dos conteúdos científicos não permitem a construção do conhecimento (VENTURI, 2015, p. 80).

Nesta reformulação, a ênfase ao compêndio de normas foi substituída por uma abordagem voltada à compreensão e internalização de princípios básicos do trabalho seguro em laboratório, com foco na prevenção de acidentes e incidentes. Dessa forma, buscando também contribuir para o acolhimento dos calouros pelo Instituto de Química (IQ), professores de diferentes áreas foram convidados para desenvolver atividades que abordassem os aspectos de segurança envolvidos nos procedimentos específicos de cada tipo de laboratório do IQ (inorgânica, orgânica, físico-química, catálise, radioquímica etc.). Para isto, além das práticas já previstas (Combate a incêndio; Resgate, ressuscitação cardiovascular e roupas especiais; Controle de pânico), foram acrescentadas ao conteúdo programático visitas aos laboratórios. Nessas visitas, as turmas, organizadas em pequenos grupos, são recepcionadas por técnicos e professores, nos horários em que a maioria das atividades (pesquisa, análises e aulas

¹ Dados da Comissão de Graduação do Instituto de Química– COMGRAD/IQ.

experimentais) ocorre normalmente. Com isso, oportuniza-se aos calouros, além do desenvolvimento de um olhar crítico em relação à segurança nos laboratórios, o primeiro contato com os ambientes e equipamentos do IQ. Durante essas visitas, os estudantes são orientados a fazer perguntas e observar as atividades sendo desenvolvidas, realizando, assim, uma avaliação com base nos principais aspectos de segurança já discutidos nas aulas teóricas da disciplina, tais como: condições e localização de equipamentos de proteção coletiva, utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), condições dos locais de armazenagem dos produtos químicos, disponibilidade de FISPQ ou Fichas de Emergência dos produtos utilizados, rotulagem adequada dos produtos, descarte adequado de resíduos etc.

O novo módulo de Segurança no Trabalho com Radiações, introduzido também nesta reformulação da disciplina, tem como objetivos: adquirir conhecimentos básicos, desmistificando algumas ideias de senso comum sobre radiações e radioatividade, e construir as noções de contaminação radioativa, de exposição à radiação e de segurança no trabalho com radiações. Posteriormente, reconheceu-se que esse novo módulo também precisava de uma abordagem diferenciada. Entretanto, não foi possível incluir aulas práticas no laboratório de Radioquímica, tendo em vista que cada turma tem aproximadamente 30 estudantes e o laboratório comporta no máximo 6 estudantes de cada vez. Então, optou-se pela aplicação do método conhecido como Estudos de Caso. O presente trabalho teve como objetivo verificar a aplicabilidade do método no contexto acima descrito, bem como investigar a contribuição desta estratégia metodológica para a compreensão dos procedimentos básicos envolvidos no trabalho com radiações ionizantes e materiais radioativos.

Estudos de Caso como estratégia metodológica

Estudos de caso no ensino de Química

Estudos de Caso têm sido aplicados em diversos níveis para o ensino de Química no Brasil. Como exemplo, podemos citar: Pazinato e Braibante (2014) abordaram o tema alimentos, com um caso único trabalhado com uma turma de 3º ano do Ensino Médio; Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2013) aplicaram casos investigativos de caráter sociocientífico no ensino superior de Química; Piccoli *et al* (2015) consideraram na avaliação dos Estudo de Caso no ensino médio a evolução do desempenho dos estudantes; Viegas e Salgado (2015) utilizaram Estudos de Caso para abordagem da tecnologia do couro em um curso técnico de química.

O Estudo de Caso trata-se de uma estratégia metodológica de ensino fundamentada na aprendizagem baseada em problemas, ou “Problem Based Learning” (BRITO; SÁ, 2010). De acordo com Queiroz, Sá e Francisco (2007, p. 731):

Pesquisas na área de educação em ciências mostram sua potencialidade na promoção de um ensino que vise o desenvolvimento de conteúdos não somente informativos, mas também formativos nos cursos de graduação. [...] Na aplicação deste método o aluno é incentivado a se familiarizar com personagens e circunstâncias mencionados em um caso, de modo a compreender os fatos, valores e contextos nele presentes com o intuito de solucioná-lo.

Pensando nesta perspectiva, desenvolveram-se alguns textos com casos fictícios, constituídos, porém, de situações que poderiam ocorrer em laboratórios de radioquímica, alguns baseados, até mesmo, em situações vivenciadas pela professora. Das diversificadas estratégias de aplicação, optou-se pela classificada por Herreid de “Atividades em pequenos grupos”:

Os casos são histórias que devem ser solucionadas e dizem respeito ao contexto social e/ou profissional em que os alunos estão imersos. Uma

característica essencial é que os casos são analisados por grupos pequenos de estudantes, que trabalham em colaboração. [...] O professor, neste contexto, desempenha um papel de facilitador durante as discussões, em vez de um papel didático e diretivo. (QUEIROZ; SÁ; FRANCISCO, 2007, p. 732).

O contexto de aplicação da metodologia

Durante o ano de 2016 a metodologia de Estudo de Caso foi aplicada nos dois semestres letivos, nas duas turmas da disciplina, uma às terças-feiras e a outra aos sábados. O módulo de Segurança no Trabalho com Radiações desenvolveu-se ao longo de quatro aulas, com dois períodos de 50 minutos cada. Na primeira aula, a professora do módulo introduzia o tema e fazia uma breve apresentação de conceitos básicos sobre a natureza das radiações, sua interação com a matéria e seus efeitos biológicos. Na segunda aula, eram trabalhados mais especificamente os aspectos de segurança envolvidos no trabalho com fontes de radiação ionizante e materiais radioativos.

Na terceira e na quarta aulas ocorria a aplicação dos Estudos de Caso. Nessas aulas, metade da turma ficava em sala de aula para o Estudo de Caso com a professora do módulo (a primeira autora deste trabalho) e a outra metade realizava uma aula prática com um representante do Grupo de Emergência do IQ, juntamente com a professora da disciplina (a segunda autora deste trabalho), invertendo-se as equipes na semana seguinte. Assim, a equipe que ficava em sala era orientada a formar pequenos grupos, preferencialmente com até quatro componentes, já que em uma atividade anterior se observou dispersão e conversas paralelas nos grupos maiores, prejudicando o desempenho. Cada grupo recebeu um texto com a descrição de um pequeno caso, seguido por algumas questões a serem respondidas e entregues por escrito, como exemplificado na Figura A.

ESTUDO DE CASO

SEGURANÇA NO TRABALHO COM RADIAÇÕES

CASO Nº 5

Considere que a seguinte situação tenha ocorrido em um Laboratório de Radioquímica.

O material para a realização de uma prática de Radioquímica foi preparado e deixado pronto, sobre uma bandeja de aço inox revestida com papel absorvente, até o dia seguinte, quando a prática seria realizada. Entre os materiais, encontrava-se uma solução de permanganato de potássio, com o isótopo ^{56}Mn , em um recipiente aberto. Durante a noite, um vazamento de água no laboratório situado acima deste provocou a inundação de parte do Laboratório de Radioquímica. A água encheu a bandeja, que transbordou, espalhou-se por cima das bancadas e a seguir espalhou-se pelo chão do laboratório.

No dia seguinte, de manhã, a primeira pessoa a chegar ao laboratório foi um aluno de doutorado. Ele fez algumas medidas com um detector e verificou que o nível de radiação estava apenas um pouco superior à radiação de fundo do local. Assim, decidiu chamar a equipe de limpeza que atende normalmente ao laboratório, a qual providenciou na remoção da água e limpeza do chão.

A meia-vida do ^{56}Mn é de 2,58 horas e é um emissor beta e gama.

1. O aluno de doutorado procedeu corretamente ao ingressar no laboratório inundado e depois fazer as medidas do nível de radiação?
2. O aluno de doutorado procedeu corretamente ao chamar a equipe de limpeza e permitir a remoção da água e a limpeza do chão?
3. Uma vez que se verificou que houve o incidente, quem deve ser avisado imediatamente?
4. Como as pessoas referidas no item 3 devem proceder neste caso?
5. Considerando-se a meia-vida do isótopo envolvido nesse incidente, qual seria o procedimento mais indicado, para evitar riscos de exposição e de contaminação?

Figura A: Exemplo de Estudo de Caso

Foram disponibilizados, para consulta pelos grupos, materiais bibliográficos sobre os

conteúdos das aulas teóricas anteriores. Como os grupos receberam casos diferentes, após a elaboração de respostas escritas, cada grupo fazia uma breve apresentação oral do caso e suas questões para os demais colegas, momento em que se promovia a discussão com os colegas e a professora também podia complementar os conceitos quando necessário. A atividade tinha a duração de dois períodos de 50 minutos. Justamente por isso, os casos elaborados eram relativamente simples, para que pudessem ser resolvidos em cerca de 30 - 40 minutos, na própria sala de aula. Imediatamente após a realização da atividade em grupos, os estudantes receberam um breve questionário individual, não identificado, para avaliação do módulo de Segurança no Trabalho com Radiações. O questionário de avaliação da atividade foi aplicado nas quatro turmas do ano de 2016, aqui identificadas como Terça 2016/1, Sábado 2016/1, Terça 2016/2 e Sábado 2016/2, totalizando 129 estudantes participantes.

Metodologia de pesquisa

Ao longo das atividades, as pesquisadoras registraram suas observações em seus diários de campo. Estes dados, juntamente com as avaliações dos estudantes, acima especificadas, originaram a presente pesquisa, que se caracteriza metodologicamente como um típico estudo de caso, já que se realizou por meio da análise de uma unidade bem delimitada e específica dentro de um sistema mais amplo (LÜDKE; ANDRÉ, 2005, p. 17), incidindo o interesse naquilo que ele tem de único, de particular.

A pesquisa tem caráter qualitativo, pois: “[...] envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza muito mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes.” (LÜDKE; ANDRÉ, 2005, p. 13). A análise da estratégia de Estudo de Caso aplicada, dos resultados das avaliações dos estudantes e dos questionários de avaliação do módulo está apresentada a seguir. Todos os respondentes foram esclarecidos sobre a pesquisa e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes de receber o questionário de avaliação da atividade.

Resultados e discussão

Uma análise inicial do diário de campo da professora do módulo mostrou que diferentes estratégias de resolução dos casos foram adotadas pelos grupos de estudantes: a maioria iniciava pela leitura do caso, mas outros optavam por uma leitura inicial do material de consulta. Alguns consultavam suas anotações das aulas e as apresentações de slides das aulas anteriores (disponibilizadas na Sala de Aula Virtual para consulta dos estudantes). Elaboravam hipóteses, discutiam as questões e começavam a respondê-las. Quando chegavam a algum impasse, com dúvidas ou opiniões divergentes, consultavam a professora. Pode-se dizer que foi possível promover, com esse tipo de trabalho, o entendimento dos conceitos e normas, atribuindo-lhes significado e contextualizando-os. Mas, sobretudo foi possível atingir o repensar, que está diretamente ligado às relações e conexões cognitivas necessárias entre as concepções prévias e o novo conhecimento, conforme propõe Venturi (2015, p. 83).

Verificou-se que, mesmo sendo explanada a situação nas aulas teóricas, uma das dúvidas mais persistentes durante a resolução dos casos pelos grupos é “Por que não se usa o avental de chumbo no laboratório?”. O avental de chumbo, conhecido e citado pelos estudantes, é utilizado para proteção contra raios-X, cuja energia é tipicamente cerca de mil vezes menor que a dos raios- γ . Assim, uma pequena espessura de chumbo é suficiente para atenuá-los. Já os raios- γ têm energias superiores, o que exige uma espessura bem maior (alguns centímetros)

de chumbo para atenuá-los, inviabilizando o método do avental para trabalhar em laboratório. Nesses casos, é comum utilizar-se uma parede (móvel) de pequenos tijolos de chumbo, disposta entre o operador e a fonte radioativa. Episódios como esse mostram que a lacuna da vivência de trabalho com radiações no laboratório é difícil de ser superada e que a abordagem por meio do Estudo de Caso, onde os estudantes assumem uma posição mais autônoma no processo de aprendizagem, é necessária e pode contribuir para minimizá-la, indo na direção da proposta de repensar, de Venturi (2015).

Dúvidas sobre como descontaminar superfícies das bancadas ou do chão e outras que foram além das questões propostas nos casos, como por exemplo, a disposição de roupas e calçados contaminados dos operadores, também surgiram diversas vezes durante as atividades. As discussões dos casos mostraram à professora que deveria ser dada uma ênfase maior aos procedimentos de segurança durante as aulas teóricas. É um dilema que surge devido à pequena carga horária expositiva do módulo (apenas quatro períodos de 50 minutos): como aprofundar os conceitos de segurança no trabalho com radiações, se a maioria não tem noções básicas sobre a natureza das radiações, sua interação com meio material e seus efeitos biológicos? Por isso a parte teórica inicial precisa trabalhar esses conceitos básicos. Desta forma, os Estudos de Caso tornaram-se importantes ferramentas para dar o enfoque mais aprofundado aos aspectos de segurança propriamente ditos, uma vez que os estudantes precisam manusear as normas para, a partir delas, propor as soluções para os casos.

O Estudo de Caso na avaliação dos estudantes

Como exposto no início deste texto, tem-se a percepção de que os calouros ingressam nos cursos com poucos conhecimentos sobre a temática de radiações/radioatividade. Conforme pode ser visualizado na Figura B, esta também é a percepção de uma grande parte dos próprios estudantes, pois os percentuais de respostas para as alternativas “Nenhum” e “Baixo” em relação a seus conhecimentos prévios, somados, ultrapassam 55% do total de respostas.

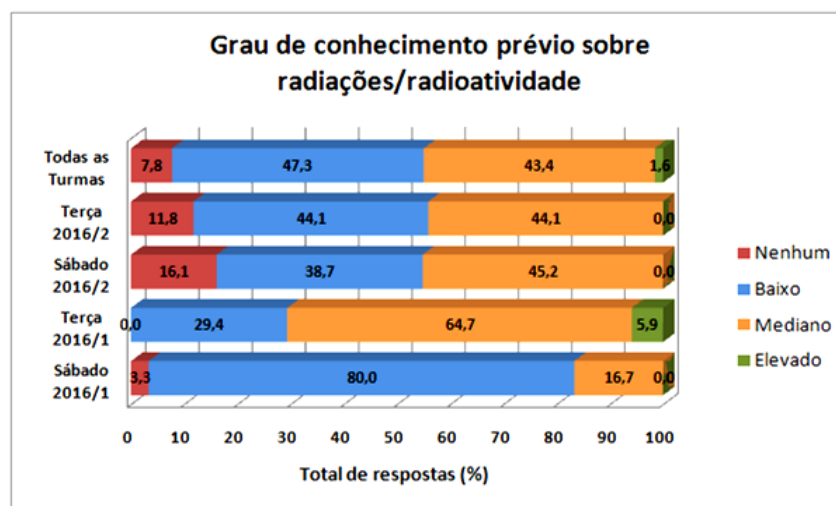


Figura B: Resultados dos questionários respondidos pelos estudantes – Questão 1

Esse resultado corrobora a importância de se trabalhar, na primeira aula do módulo, com os conceitos básicos sobre radiações e radioatividade, bem como seus efeitos biológicos, para somente depois abordar os aspectos de segurança no trabalho com esse tipo de material.

Outra pergunta feita aos estudantes buscava colher a opinião deles a respeito do grau de contribuição dos Estudos de Caso para a compreensão dos procedimentos básicos envolvidos no trabalho com radiações ionizantes e materiais radioativos. Os resultados (Figura C)

mostram que em todas as turmas predominou a resposta de que contribuiriam muito, chegando a 100% no grupo de sábado do semestre 2016/1. Esse resultado está coerente com o esperado, quando se considera que esta é a turma em que mais de oitenta por cento dos estudantes se autoavaliou com baixo ou nenhum conhecimento prévio sobre a temática do módulo (Figura B). Esses resultados também estão coerentes com as percepções da professora registradas em seu diário de campo, a qual observou que esta turma mostrava-se mais interessada e participativa, fazendo diversos questionamentos durante as aulas.

O menor percentual (55,9%) para o grau de contribuição dos Estudos de Caso (Figura C) foi obtido para o grupo de terça-feira do semestre 2016/1, sendo essa a turma para a qual se obteve o maior percentual de respostas correspondentes a conhecimento prévio mediano (64,7%) ou elevado (5,9%) em relação aos temas de radiações e radioatividade (Figura B). Esses dados corroboram com as percepções da professora do módulo em seu diário de campo, pois esta turma respondia acertadamente a boa parte das perguntas feitas pela professora na aula em que foram trabalhados os conceitos básicos do tema. É provável que, justamente por isso, a turma apresentasse mais desinteresse durante as aulas, como também observado pela professora.

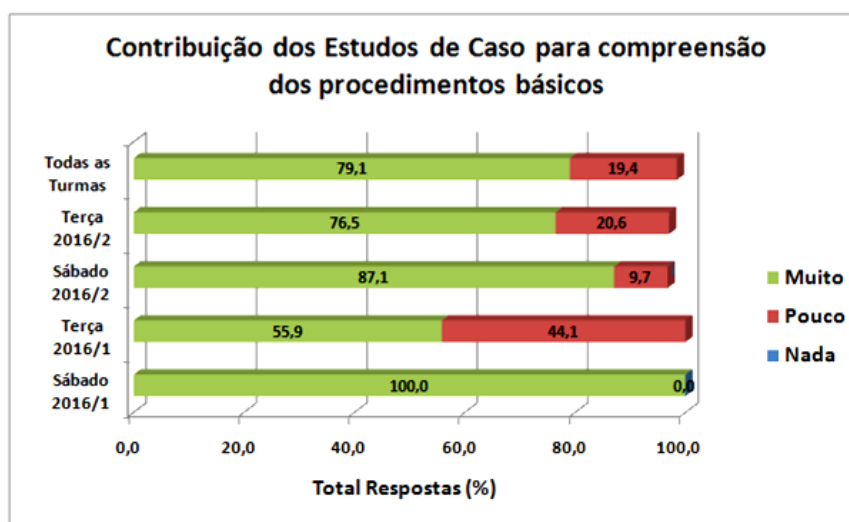


Figura C: Resultados dos questionários respondidos pelos estudantes – Questão 3

Uma questão aberta foi colocada ao final do questionário, na qual os estudantes puderam sugerir alterações para aperfeiçoar o módulo. Pouco mais de 50% dos calouros respondeu (67 respostas). As sugestões mais recorrentes, como pode ser visualizado na Figura D, foram para que se realizassem outros tipos de atividades em ambiente laboratorial: aulas práticas, simulações com produtos não radioativos e visitas aos laboratórios. Como já mencionado, o tamanho das turmas inviabiliza a realização de aulas práticas para esta disciplina, mas este laboratório está disponível para as visitas que são realizadas na disciplina. Entretanto, atualmente, tais visitas ocorrem após o encerramento deste módulo. Uma avaliação sobre a viabilidade de antecipá-las será realizada para o próximo semestre.

Sugestões de modificações nos próprios casos também apareceram com frequência considerável (19,4%): alterar as situações apresentadas para ocorrências mais impactantes ou situações reais, onde precisariam ser tomadas medidas de emergência reais, ou situações de grande repercussão na mídia. Com já foi dito, os casos são baseados em ocorrências reais ou que, pelo menos, têm chance de ocorrer no trabalho de laboratório com materiais radioativos. Entretanto, é possível que os estudantes não consigam identificar isso claramente, imaginando que seriam totalmente fictícios. Também houve sugestões para que o enfoque fosse mais

específico nos procedimentos, que as perguntas fossem mais elaboradas ou que, nos casos propostos, o grupo seja colocado em primeira pessoa, na posição de decisão e não de avaliação sobre as medidas já relatadas no texto. Essas sugestões serão levadas em conta para formulação de novos casos para os próximos semestres.

O terceiro tipo de sugestão mais recorrente (14,9%) foi quanto aos recursos disponibilizados: foram solicitados mais materiais bibliográficos e recursos audiovisuais, como imagens e vídeos. Alguns vídeos curtos, apresentando atividades sendo realizadas no laboratório de Radioquímica, ou simulações de acidentes, poderão ser implantados dentro da atual carga horária. Outras sugestões apareceram com menor frequência: aumentar o número de aulas com este tipo de método; aumentar o número de casos por grupo ou por turma, para aumentar a diversidade de situações analisadas; possibilitar a análise fora do período de aula, a fim de oportunizar uma apresentação oral melhor elaborada e com recursos visuais de slides. Como a atividade é dinâmica, essas sugestões poderão ser implantadas em semestres letivos futuros.

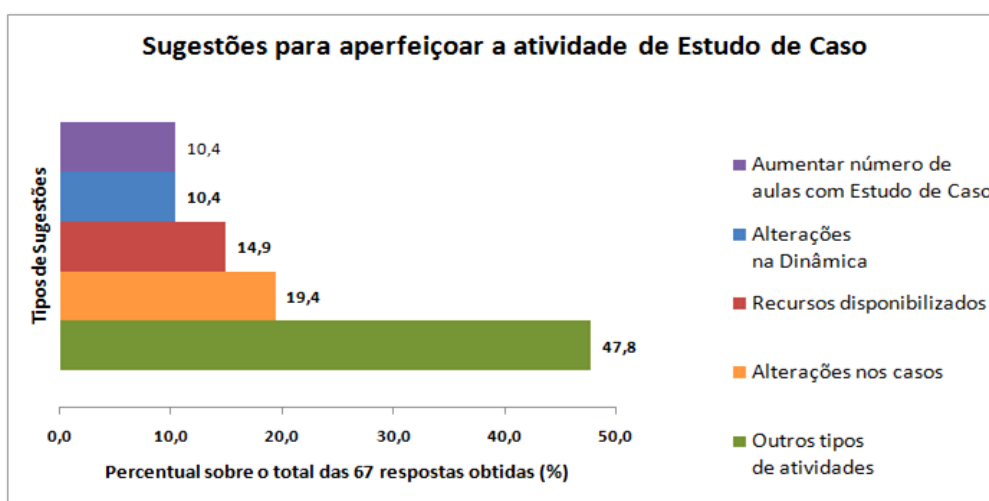


Figura D: Resultados dos questionários respondidos pelos estudantes – Questão 4

As pesquisadoras observaram que as sugestões feitas foram, todas, muito pertinentes. Não foram feitas propostas completamente inviáveis ou sem sentido, o que mostra que os estudantes de fato se motivaram com a dinâmica proposta. Além disso, na avaliação de mais de 80% dos calouros, as aulas do módulo poderiam permanecer como estão. Percentuais de 20% ou menos dos estudantes sugerem que sejam modificadas, mas nenhum propôs que elas sejam excluídas, revelando que todos perceberam a importância de se trabalhar esses conceitos na disciplina de Segurança em Laboratório Químico I.

Avaliação de conhecimentos sobre Segurança no Trabalho com Radiações

Para avaliar em que medida os objetivos do módulo foram atingidos, duas questões foram elaboradas e incluídas na avaliação individual, como apresentado no Quadro A. Optou-se pela análise das respostas das trinta avaliações da turma de sábado do segundo semestre de 2016. Verificou-se, como mostrado na Figura E, um alto índice de acertos (90%) na questão 3, inclusive com percentuais elevados de estudantes com conceito A (igual ou superior a 85%) e conceito máximo (igual a 100%). Isso mostra que os estudantes construíram adequadamente as noções de contaminação radioativa e de exposição à radiação, tendo também, em sua maioria, abandonado ideias de senso comum a esse respeito, ao responderem corretamente o item b desta questão.

Questão	Descrição da questão	Objetivos
---------	----------------------	-----------

3	a) Explique a diferença entre exposição à radiação e contaminação por material radioativo. b) Um operador trabalha, em um laboratório, exclusivamente com fontes radioativas perfeitamente lacradas. Ao sair do laboratório, as pessoas que embarcarem com ele no ônibus para ir para casa estarão sujeitas a receber radiação em valores superiores à radiação de fundo? Explique por quê.	Avaliar a construção das noções de contaminação radioativa e de exposição à radiação. Verificar a persistência de ideias do senso comum sobre radioatividade.
4	Uma aula prática da disciplina de Radioquímica é realizada com a utilização de 5 mL de uma solução aquosa diluída do sal nitrato de uranila – $UO_2(NO_3)_2$. Para realizar esse trabalho no laboratório: a) Quais EPIs devem ser utilizados pelos alunos? b) Sobre que tipo de material deve ser realizado o experimento, para evitar que, em caso de derramamento acidental da solução, o líquido escorra pelo balcão e até o chão? c) Que tipo de verificação deve ser feita ao final do experimento, antes de sair do laboratório?	Avaliar a aquisição de conhecimentos básicos sobre segurança no trabalho com radiações.

Quadro A: Questões para avaliação individual

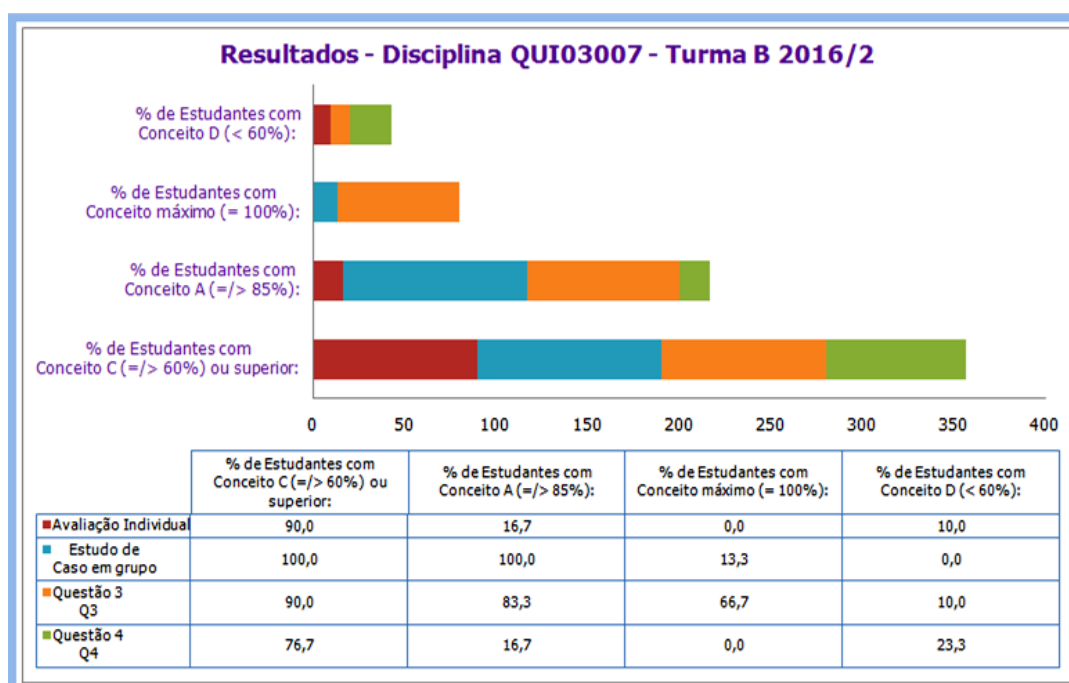


Figura E: Resultados das Avaliações Turma B de 2016/2

Diferentemente, na questão 4, apesar de um bom índice de aproveitamento, pois 76,7% dos estudantes obteve conceito C ou superior, apenas 16,7% atingiram o conceito A e nenhum acertou 100% da questão. Além disso, foi bem maior o número de estudantes que atingiu menos de 60% de acertos (7 estudantes frente a apenas 3 na questão 3). Nessa questão, observou-se que nem todos os estudantes lembraram-se de todos os EPIs necessários, que seriam: jaleco, óculos de segurança, máscara respiratória, luvas de borracha, sapatos fechados ou botas e calças compridas. Apesar disto, um terço das respostas cita a possibilidade de uma blindagem para evitar a exposição à radiação. A maioria recordou que o procedimento deveria ser realizado sobre uma bandeja de aço ou de plástico, forrada com papel absorvente para evitar o derramamento de líquido, mas alguns não citaram a forração. E quanto à verificação de contaminação a ser realizada antes da saída do laboratório, mais de 55% dos estudantes citou a verificação da radiação do local, entretanto, apenas cinco respostas comentaram a

necessidade de monitoramento individual com detector apropriado para as luvas e as mãos.

Considerações finais

Os resultados mostram que a introdução de um módulo sobre segurança no trabalho com radiações na disciplina de Segurança em Laboratório Químico I atingiu os objetivos, pois os estudantes foram capazes de construir conhecimentos básicos sobre o tema, desmistificando algumas ideias de senso comum sobre radiações e radioatividade. Também foram capazes de construir as noções de contaminação radioativa, de exposição à radiação e adquiriram conhecimentos a respeito de segurança no trabalho com radiações.

Ao avaliarem o módulo e o método de Estudo de Caso aplicado, os estudantes os consideraram importantes para aquisição dos conhecimentos sobre radioatividade e segurança no trabalho com radiações, tendo feito diversas sugestões para aperfeiçoar a atividade, as quais poderão ser implementadas já nos próximos semestres letivos. A implantação de algumas dessas sugestões certamente contribuirá para que a estratégia torne-se mais eficaz na redução da lacuna da vivência do trabalho com radiações no laboratório e cumpra da melhor forma com seu objetivo de fornecer mais do que conteúdo informativo e sim, formativo.

Na percepção das professoras, a resolução de casos em sala de aula permitiu que os conceitos fossem trabalhados de maneira mais dinâmica e contextualizada do que a simples memorização de conceitos e normas. Acredita-se, por isso, que esta estratégia poderia ser aplicada com sucesso em outras disciplinas do curso de Química.

Referências

- BRITO, J.Q. A.; SÁ, L.P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 505-529, 2010.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 9. Reimpressão. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 2005.
- PAZINATO, M.S.; BRAIBANTE, M.E.F. O estudo de caso como estratégia metodológica para o ensino de química no nível médio. **Revista Ciência & Ideias**, v.5, n.2, p.1-18. 2014.
- PICCOLI, F.; SALGADO, T.D.M.; LOPES, C.V.M; AGUIAR, L.S. A Resolução de Problemas como chave para o desenvolvimento de conceitos de Química na Educação Básica. In: X Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2015. **Anais...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.
- QUEIROZ, S.L.; SÁ, L.P.; FRANCISCO, C.A. Estudos de caso em química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731-739, mar 2007.
- SÁ, L.P.; KASSEBOEHMER, A.C.; QUEIROZ, S.L. Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de Química. **Educación Química**, México, v. 24, n. extra 2, p. 522-528, 2013.
- VENTURI, T. O saber e o sabor do conhecimento: reflexões pertinentes ao ensino de ciências. In: SANTOS, S.A.; RIBEIRO, M.E.M. (Orgs.) **Ensino de Ciências: reflexões e diálogos**. Rio do Sul: Ed. Unidavi, 2015. p. 79-92.
- VIEGAS, A.L.; SALGADO, T.D.M. Estudos de caso: possibilidade para abordagem da tecnologia do couro em um curso técnico de química. In: X Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2015. **Anais...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.