



INVESTIGAÇÃO NA COZINHA

INVESTIGACIÓN DE COCINA

INQUIRY IN THE KITCHEN

Daniel Moreira de Faria ¹

Nilma Soares da Silva ²

Resumo

Esse artigo aborda a elaboração, desenvolvimento e análise de uma disciplina optativa para um curso de licenciatura em Química que teve aulas planejadas para que os futuros docentes pudessem, vivenciar atividades investigativas. Assim, procurou-se aproximar os estudantes de graduação de um tipo de fazer docente o qual considera abordagens de ensino e de aprendizagem que não sejam centradas no professor, mas sim nos estudantes. Foi realizada uma pesquisa aplicada com intervenção. Nesse tipo de pesquisa a fonte direta de dados é o ambiente natural e o pesquisador configura-se no principal instrumento de aquisição de dados e a opção pelo tema culinária foi feita com o enfoque investigativo. Identificamos que os estudantes tiveram oportunidade de vivenciar a comunicação verbal, as notas escritas que envolviam as considerações acerca da investigação desenvolvida e das perguntas de socialização constantes no roteiro semiestruturado, além do gestual praticado durante o posicionamento defendido na produção de explicações para o princípio de funcionamento de cada um dos equipamentos. Quanto às características tipificadoras de uma investigação científica em âmbito escolar, observamos que todas as atividades investigativas (aparelho de micro-ondas, fritadeira elétrica, panela de pressão e canhão de pipoca) apresentaram um problema a ser solucionado. Esses, por sua vez, se mostraram adequados ao público-alvo (formação inicial docente) já que, em sua maioria, motivou os estudantes na busca pela solução. Além disso, os estudantes tiveram que acionar a consulta de dados, informações e conhecimentos prévios sobre o assunto para levantar e testar hipóteses. Somado a isso, durante a atividade os estudantes reconheceram variáveis, estabeleceram relações de causa e consequência, contaram com a participação de pessoas distintas para construir uma explicação cientificamente adequada para o funcionamento do aparelho. Por sua vez, a questão da linguagem desenvolvida nas interações durante as atividades investigativas apresentavam sinais de raciocínio científico em decorrência do problema proposto. Acreditamos que oportunizar experiências dentro da abordagem investigativa

¹ Professor do Colégio BERNOULLI. Doutorando em Educação na UFMG. Mestre em Educação e Docência pela UFMG. Especialização em Ensino de Ciências por Investigação pela FaE/UFMG . email: danielufmg@yahoo.com.br

² Professora do Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino da Faculdade de Educação da UFMG e do Mestrado Profissional em Educação e Docência – PROMESTRE; ORCID <http://orcid.org/0000-0003-4692-122X> ; e-mail: nilmafaeufmg@gmail.com.

durante o curso de formação inicial pode reforçar, mesmo que implicitamente, características: 1. da natureza da Ciência acessíveis aos estudantes (tal como a construção de hipóteses a partir da imaginação ou da criatividade do cientista); 2. de uma visão não deformada do fazer científico (tal como a visão individualista/elitista).

Palavras-chave: Ensino de Ciências por Investigação; equipamentos culinários; formação inicial.

Abstract:

This article addresses the elaboration, development and analysis of an optional discipline for a degree course in Chemistry that had classes planned so that future teachers could experience investigative activities. Thus, an attempt was made to bring undergraduate students closer to a type of teaching that considers teaching and learning approaches that are not centered on the teacher, but on the students. An applied research with intervention was carried out. In this type of research, the direct source of data is the natural environment and the researcher is the main data acquisition instrument. We identified that the students had the opportunity to experience verbal communication, the written notes that involved the considerations about the research developed and the socialization questions contained in the semi-structured script, in addition to the gestures practiced during the position defended in the production of explanations for the operating principle of each of the devices. As for the typifying characteristics of a scientific investigation in the school environment, we observed that all investigative activities (microwave device, electric fryer, pressure cooker and popcorn cannon) presented a problem to be solved. These, in turn, proved to be suitable for the target audience (initial teacher training) since, for the most part, they motivated students in the search for a solution. In addition, students had to trigger the query of data, information and prior knowledge on the subject to raise and test hypotheses. Added to this, during the activity, the students recognized variables, established cause and effect relationships, had the participation of different people to build a scientifically adequate explanation for the functioning of the device. In turn, the issue of language developed in interactions during investigative activities showed signs of scientific reasoning as a result of the proposed problem. We believe that providing opportunities for experiences within the investigative approach during the initial training course can reinforce, even if implicitly, characteristics: 1. of the nature of Science accessible to students (such as the construction of hypotheses from the scientist's imagination or creativity); 2. from an undistorted view of scientific work (such as the individualist/elitist view).

Keywords: Science Teaching by Investigation; culinary equipment; Initial formation.

Resumen:

Este artículo aborda la elaboración, desarrollo y análisis de una disciplina optativa para la carrera de Licenciatura en Química que tenía clases planificadas para que los futuros docentes pudieran experimentar actividades investigativas. Así, se intentó acercar a los estudiantes de pregrado a un tipo de enseñanza que considera enfoques de enseñanza y aprendizaje que no están centrados en el docente, sino en los estudiantes. Se realizó una investigación aplicada con intervención. En este tipo de investigación, la fuente directa de datos es el entorno natural y el investigador es el principal instrumento de adquisición de datos. Identificamos que los estudiantes tuvieron la oportunidad de experimentar la comunicación verbal, las notas escritas que involucraron las consideraciones sobre la investigación desarrollada y las preguntas de socialización contenidas en el guión semiestructurado, además de los gestos practicados durante la posición defendida en la producción de explicaciones sobre el principio de funcionamiento de cada uno de los dispositivos. En cuanto a las características tipificadoras de una investigación científica en el ámbito escolar, se observó que todas las actividades investigativas (dispositivo microondas, freidora eléctrica, olla a presión y cañón de palomitas) presentaban un problema a resolver. Estos, a su vez, resultaron adecuados para el público objetivo (formación inicial del profesorado) ya que, en su mayoría, motivaron a los estudiantes en la búsqueda de una solución. Además, los alumnos debían desencadenar la consulta de datos, información y conocimientos previos sobre el tema para plantear y contrastar hipótesis. Sumado a esto, durante la actividad los estudiantes reconocieron variables, establecieron relaciones de causa y efecto, contaron con la participación de diferentes personas para construir una explicación científicamente adecuada del funcionamiento del dispositivo. A su vez, el tema del lenguaje desarrollado en las interacciones durante las actividades investigativas mostró signos de razonamiento científico como resultado del problema planteado. Creemos que brindar oportunidades de experiencias dentro del enfoque investigativo durante el curso de formación inicial puede reforzar, aunque sea implícitamente, características: 1. de la naturaleza de la Ciencia accesible a los estudiantes (como la construcción de hipótesis a partir de la imaginación o creatividad del científico); 2. desde una visión no distorsionada del trabajo científico (como la visión individualista/elitista).

Palabras clave: En Enseñanza de las Ciencias por Investigación; equipo culinario; Formación inicial.

Introdução

Sasseron (2017) considera que o ensino de Ciências precisa ser mais que uma lista de conteúdos devendo, pois, permitir que os estudantes se envolvam em atividades que apresentem características típicas da natureza da Ciência, tais como a investigação, as interações discursivas e a divulgação de ideias. Assim, fizemos a opção pela adoção da abordagem investigativa no presente trabalho a fim de introduzir conhecimentos específicos na licenciatura em Química de uma Universidade Federal.

A abordagem investigativa tem sido objeto de estudo em trabalhos de pesquisa que contemplam as características e os estudos de caso relativos ao ensino e à aprendizagem em Ciências tanto para a educação infantil quanto para os ensinos fundamental e médio (AZEVEDO, 2004; MUNFORD, 2007; ZOMPERO e LABURÚ, 2011; LIMA e MARTINS, 2013; LIMA e MARTINS, 2014; CARVALHO, 2016; CARVALHO, 2017; SASSERON, 2017). No entanto, não é frequente a adoção desse tipo de abordagem durante a formação inicial de professores na Universidade na qual se desenvolveu o trabalho. Consideramos que a disciplina ofertada possa acrescentar possibilidades de abordagem no planejamento e na condução de atividades para o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de Ciências aos futuros docentes.

As principais características que constituem uma investigação científica em âmbito escolar, de acordo com Sasseron (2017), são o envolvimento com (i) uma questão-problema; (ii) o trabalho com dados, informações e conhecimentos já existentes; (iii) o levantamento e o teste de hipóteses; (iv) o reconhecimento e o controle de variáveis; (v) o estabelecimento de relações entre as informações e a construção de uma explicação. Portanto, o que mais importa numa investigação escolar é o caminho trilhado pelos grupos para encontrar uma solução plausível ao problema e menos o resultado final da investigação. Somado a isso, o protagonismo do estudante diante da busca pela solução do problema e da construção de novos conhecimentos.

Nesse contexto, os aspectos da abordagem do ensino de Ciências por investigação podem potencializar esse protagonismo do estudante no processo de ensino e de aprendizagem haja vista o fato que uma atividade investigativa não deve ter sua ação limitada apenas à manipulação e à observação tendo que, além disso, oferecer oportunidades para ao estudante de refletir, discutir, explicar e relatar (AZEVEDO, 2016).

Outro ponto a se salientar é que o ensino de características investigativas pode ser observado não só em atividades experimentais, mas também em atividades de demonstração, vídeos, filmes, textos, simuladores, entre outras possibilidades com a explícita pretensão de ser centrada no estudante e de oportunizar ao sujeito desenvolver autonomia, tomada de decisões, avaliações e resoluções de problemas, apropriação de conceitos e de teorias, construção de questões e busca de respostas sobre o mundo natural (LIMA e MARTINS, 2014). Para que tudo isso seja fomentado, é desejável que as atividades propostas pelo professor permitam que os estudantes observem, planejem, levantem hipóteses, realizem medidas, interpretem dados dispostos em tabelas, gráficos, diagramas, entre outros, além de promover reflexões e incitar a construção de explicações de caráter teórico sobre os fenômenos investigados.

Para identificar se os estudantes podem estar em um processo de apropriação dos elementos característicos da natureza da Ciências é fundamental observar a linguagem desenvolvida nas interações de sala de aula. Os raciocínios científicos podem ser evidenciados por expressões como “se”, “então” ou “portanto”, relação entre variáveis, raciocínio proporcional, eliminação de hipóteses que não têm impacto na solução da situação-problema, o que caracterizam o surgimento da linguagem científica (CARVALHO, 2017) escrita, oral e/ou gestual (SASSERON, 2017).

Dessa forma, a disciplina optativa para um curso de licenciatura em Química, foco das reflexões desse trabalho, teve aulas planejadas com objetivo de aproximar os estudantes de graduação de um tipo de fazer docente o qual considera abordagens de ensino e de aprendizagem que não sejam centradas no professor, mas sim nos estudantes.

Esse trabalho se trata de uma pesquisa aplicada com intervenção. Nesse tipo de pesquisa a fonte direta de dados é o ambiente natural e o pesquisador configura-se no principal instrumento de aquisição de dados (BOGDAN e BIKLEN, 1994). Espera-se que o professor-pesquisador esteja completamente inserido no contexto da pesquisa e imerso na realidade de seus estudantes. Se diz pesquisa aplicada porque está dedicada ao desenvolvimento de um produto de natureza educacional que tenha a possibilidade de ser utilizado por outros profissionais para fins da melhoria na educação, ou seja, um produto que permita a atuação na prática com problemas reais tal como a criação de cursos (OLIVEIRA e ZAIDAN, 2018). Se diz pesquisa com intervenção porque tem como foco a realidade empírica e como objetivo evidenciar situações específicas que façam a comunidade escolar a refletir a fim de buscar mudanças sobre uma dada realidade por meio da perspectiva ação-reflexão-ação de Paulo Freire (VERCELLI, 2018). Assim, as atividades programadas para a sala de aula foram planejadas em associação com os mecanismos de aquisição de dados para pesquisa. Salientamos que a proposta de pesquisa de intervenção visou distanciar-se do tipo ensino de Ciências baseado em uma lista de conteúdos cujo os problemas mais próximos do cotidiano do estudante se prestam mais à ilustração de um conceito. Dessa forma, optamos pelo ensino baseado em um tema que fosse o mais próximo possível da realidade do estudante. Devido à afinidade do professor-pesquisador (mestrando) com a atividade de preparação de alimentos em casa, a opção pelo tema culinária foi feita com o enfoque investigativo.

Portanto, o objetivo desse trabalho é responder as seguintes questões que surgiram do referencial teórico adotado sobre o ensino de Ciências por investigação: Q1. Quais tipos de interações entre os pares e com os professores as atividades propostas sobre o tema culinária puderam ser observadas nas aulas? Q2. Quais as características de uma investigação científica em âmbito escolar, de acordo com Sasseron (2017), puderam ser observadas durante as aulas? Q3. Quanto à questão da linguagem desenvolvida durante as atividades, que evidências de raciocínio científico, segundo Carvalho (2017), pudemos notar nas interações que aconteceram em virtude do problema proposto ao grupo em sala de aula?

Reafirmamos o papel da escola em seu cerne cujo objetivo central não consiste na preparação para os exames de seleção de seus estudantes no ensino de nível superior, ou na submissão à uma “louca burocratização [...] sob o pretexto político da empregabilidade” (MASSCHELEIN e SIMONS, 2017, p. 114), mas sim a busca pela formação

de um cidadão consciente e crítico diante dos desafios interpostos pelo mundo contemporâneo e de novas problemáticas tais como as questões socioambientais, os desafios das diversas culturas das nossas sociedades e o rápido desenvolvimento de novas tecnologias (LOIOLA e BORGES, 2014).

Consideramos também que a formação inicial de professores de Ciências deve ser mais ousada na medida em que apresente propostas que sejam plurais em objetivos, tais como, a abordagem de aspectos do ensino voltados à natureza da ciência, abranger a comunicação científica verbal e escrita, oportunizar o conhecimento não só do saber, mas do fazer científico e da história das Ciências. Assim, a abordagem investigativa implementada a partir do tema culinária se aproxima de uma aprendizagem científica e tecnológica indispensável à formação cidadã dos estudantes da Educação Básica e da formação inicial de professores de Química/Ciências.

Percurso Metodológico

A metodologia de pesquisa do presente trabalho consistiu em observar as aulas de uma turma de graduação na modalidade licenciatura. Uma disciplina optativa de 30 horas foi ofertada no 1º semestre de 2019 com o título “O ensino de Química por meio de um tema de estudo: a culinária”. Tal disciplina foi o resultado de um produto educacional do Programa de Mestrado Profissional em Educação e Docência da Faculdade de Educação (PROMESTRE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). As atividades desenvolvidas em cada aula foram planejadas e aplicadas pelos autores do presente trabalho, mestrando ou professor pesquisador e professora da disciplina. Tiveram ainda a duração de 100 minutos distribuídos semanalmente num total de 15 semanas. Originalmente a disciplina tinha sido pensada e ofertada aos estudantes do curso de Química na modalidade licenciatura. Dentre os 15 estudantes matriculados, 14 eram do curso de Química (compreendidos entre o 3º o 9º período) e 1 era do curso de Pedagogia (3º período).

Foram adotados os procedimentos éticos da pesquisa com seres humanos individual e coletivamente. Os estudantes assinaram os termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e a instituição assinou uma autorização visando proteger o bem-estar dos indivíduos participantes em pesquisas realizadas no âmbito da Universidade. O projeto obteve a aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa e os dados coletados, assim como os termos assinados, encontram-se arquivados na sala da pesquisadora, professora da disciplina responsável pelo projeto. Toda a disciplina ocorreu presencialmente com a presença da professora pesquisadora e orientadora da Universidade e do mestrando (autores do trabalho). Os dados foram coletados por meio de filmagem, áudios, produções dos licenciandos e participação em um fórum na plataforma Moodle, adotada pela Universidade para o desenvolvimento dos cursos.

Nesse trabalho optamos por apresentar os episódios que surgiram das interações observadas na aula da 3ª semana da disciplina. As atividades investigativas propostas para a condução da narrativa de ensino durante a aula surgiram de artigos científicos,

dissertações, teses, livros didáticos, documentários, relatos de experiência de professores, da própria vivência de sala de aula dos autores desse trabalho.

Nessa aula buscamos oportunizar vivências de atividades sob o referencial do Ensino de Ciências por Investigação em grupos de até 4 pessoas. O tema do encontro foi “A tecnologia nos equipamentos utilizados no preparo dos alimentos na cozinha”. Foram utilizados os seguintes equipamentos para as discussões de cunho científico-tecnológicas: forno de micro-ondas, fritadeira elétrica que utiliza ar aquecido do tipo “air fryer”, pipoqueira industrial e panela de pressão. Excetuando a pipoqueira industrial, a qual o funcionamento foi apresentado por meio de vídeos, todos os equipamentos citados foram levados para a sala de aula.

A intenção foi abordar conceitos físico-químicos tais como comprimento, frequência e velocidade de onda, transformações físicas e químicas, composição dos alimentos, propriedades físico-químicas da água, pressão de vapor, condições para ocorrência da ebulição e cinética das reações químicas. Procuramos desenvolver discussões em torno de conceitos científicos e unidades de estudos típicas tanto do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio. Além disso, incentivar os estudantes a participação em fóruns de discussão e divulgação de resultados tanto presencial, durante as aulas, quanto virtual (plataforma Moodle).

Para a sala de aula foram levadas batata frita congelada e pipoca de micro-ondas para que os estudantes preparassem utilizando os equipamentos investigados. Foram propostos 4 problemas semiestruturados para desencadear o processo de investigação a partir de roteiros, os quais foram distribuídos aos grupos de estudantes no formato impresso.

Desenvolvimento das atividades e apresentação dos episódios decorrentes das interações

No início da aula foi solicitado aos estudantes que se dividissem em grupos de 4 pessoas para o desenvolvimento de uma investigação científica no âmbito escolar sobre os equipamentos utilizados no preparo dos alimentos. A cada um dos 4 grupos constituídos foi dada autonomia para que escolhessem o tema que mais lhes interessasse. O professor levou para a sala de aula os temas digitados em 4 tiras de papel e fez a leitura em voz alta para que toda a turma conseguisse ouvir e escolher. Os temas e as questões-problema propostos estão apresentados a seguir (Quadro 1).

Quadro 1: Lista de temas, questões-problema e tipos de atividade investigativa propostos para as atividades sobre os equipamentos da cozinha

Ordem	Tema	Questão-problema	Tipo de atividade investigativa
1	Introdução aos estudos da ondulatória e sua aplicação na cozinha.	Qual o princípio de funcionamento do aparelho de micro-ondas que leva ao aquecimento dos alimentos?	Questão aberta
2	Estudo das propriedades físicas dos materiais e as condições para ocorrência da ebulição.	O que ocorre com a temperatura da água e o tempo de cozimento do alimento quando se aumenta a intensidade da chama na panela de pressão?	Problema aberto

3	Termodinâmica Química: forma de transferência de energia na forma de calor.	Qual o princípio de funcionamento das fritadeiras elétricas do tipo "airfryer"?	Questão aberta
4	Termodinâmica Química	Qual é o aparelho usado para fazer pipoca de forma industrial e como ele funciona?	Investigação mediada por TIC's

Sugerimos aos estudantes que escolhessem temas que nunca tivessem tido contato anterior à aula para que a investigação pudesse acrescentar alguma novidade aos conhecimentos científicos e tecnológicos do indivíduo. Cada grupo recebeu uma folha em branco para que levantassem as hipóteses capazes de responder cada problematização antes de começarem a investigação.

Antes que começassem a elencar as hipóteses, o professor explicou o que cada grupo teria a disposição para dar solução(ões) ao problema proposto. Além disso, informou que teriam disponíveis cerca de uma hora de aula para realizar a investigação. Os temas mais complexos foram mais abastecidos de meios (textos informativos, reportagens escritas e em vídeo, o próprio equipamento, quando viável) para oportunizar a discussão da questão-problema. Os componentes do grupo poderiam consultar a internet utilizando qualquer aparelho que tivessem trazido de casa tais como tablet ou aparelho de telefone móvel.

Após a produção escrita das hipóteses, cada grupo recebeu um material impresso de apoio à investigação contendo o problema proposto, textos, indicação de vídeos, entre outras informações que estão disponíveis, na íntegra, no produto educacional resultante desse trabalho de pesquisa. Ao grupo que escolheu o aparelho de micro-ondas foi disponibilizado um aparelho usado e de data de fabricação avançada para que pudessem abrir com o auxílio de uma caixa de ferramentas e sob supervisão do professor, além do componente que produz as micro-ondas: o magnétron. Outra função do grupo foi utilizar o aparelho da cozinha da Universidade e preparar pipoca para todos os estudantes que compareceram à aula.

Para o grupo da fritadeira elétrica foi disponibilizado um aparelho em pleno funcionamento para que os estudantes pudessem ter a oportunidade de observá-lo em funcionamento durante o preparo de batatas fritas para toda a turma. Esse grupo não poderia abrir o aparelho, mas nos materiais de auxílio foi trazido um vídeo em que a fritadeira foi completamente aberta e colocada para funcionar a fim de desvendar a tecnologia por dentro desse tipo de equipamento que tem se popularizado no Brasil, especialmente associado ao discurso da alimentação saudável

Ao grupo da panela de pressão foi disponibilizada uma panela e um aquecedor a gás para que, se achassem necessário, pudessem colocá-la em funcionamento para a investigação. Por fim, ao grupo do canhão de pipoca foram entregues textos e endereços na internet para a consulta de vídeos que poderiam auxiliar na busca pela solução do problema.

Enquanto os aparelhos que estavam disponíveis eram observados, manuseados e/ou colocados em funcionamento, os grupos imergiram no material de apoio à investigação para dar uma solução ao problema proposto. Todos os estudantes se mostraram envolvidos e empenhados em contribuir com o grupo, quer seja na discussão para solucionar o problema, quer seja na escrita das respostas das perguntas para a fase de socialização ou em ambos. Notamos em cada grupo que os diálogos eram constantes e a participação era intensa e empolgada. Isso evidenciou a importância do trabalho em pequenos grupos também na formação inicial de professores, já que essa disposição permitiu que os estudantes, a partir de pontos de vista não necessariamente consensuais, pudessem desenvolver e defender determinadas ideias sobre os fenômenos investigados. Assim, consideramos que esses momentos configuram em uma das formas de interação mais desejadas pelo professor que planeja as atividades em busca de uma aula que torne o aprendizado em Ciências o mais participativo e descontraído possível (Q1).

Foi observado que vários grupos que tinham indicação de vídeos pegaram seus telefones com acesso à internet e seus fones de ouvido para assistir e conseguir a atenção de forma significativa na atividade de investigação.

Na próxima seção, para facilitar a organização dos diálogos, apresentaremos as interações que surgiram durante as investigações. Preservaremos o anonimato dos participantes do estudo que serão identificados no corpo desse texto por números (exemplo: estudante 3). Os episódios e as imagens que apresentaremos foram capturados por uma câmera filmadora (vídeo e áudio) e por um aparelho de telefone móvel (áudio) ligados durante toda a aula.

O princípio de funcionamento das fritadeiras elétricas

A atividade investigativa da fritadeira elétrica consiste em um formato de questão aberta, ou seja, um problema proposto a partir de alguma situação atrelada ao cotidiano do estudante e cuja solução tem relação com algum conceito discutido ou desenvolvido anteriormente em sala de aula (AZEVEDO, 2004). Apesar de ser um utensílio que se popularizou no Brasil, um dos componentes desse grupo nunca havia tido contato com esse tipo de aparelho. O professor se dispôs a ir com o grupo diretamente ao aparelho antes mesmo da etapa do levantamento de hipóteses para mostrar como se opera o equipamento. Em seguida, deixou que os componentes tentassem colocá-lo em funcionamento sem o auxílio ou supervisão de ninguém já que se trata de um aparelho simples e seguro.

Conseguimos flagrar diversos episódios que exemplificam a ocorrência da argumentação em Ciências durante as aulas. Um desses episódios apresenta um diálogo do grupo da fritadeira que é bastante significativo acerca das características e marcas típicas de uma aula centrada na participação do estudante em uma abordagem investigativa. Transcrevemos a parte audível desse diálogo a seguir:

Estudante 9: É um ventilador. [ruído, inaudível]... Tem que mexer por causa disso para que, se um alimento estiver encostado no outro, pra passar o ar quente no meio dele. Aí mexe pra ficar bem frito. Já passou pra ver o termômetro?

Estudante 2: Já, já.

[ruído, inaudível]

Estudante 2: Ah não, não (risadas no grupo).

Estudante 9: Ele tem um termômetro.

[ruído, inaudível]

Estudante 9: É, então, é por causa disso. Tem um sensor. Como é que ele sabe que chegou a 250oC? (perguntando diretamente para a estudante 2) Pra, tipo assim, pra não precisar mudar a temperatura ele meio que para, senão, o que você tinha falado (faz gesto com a mão como se o aparelho balançasse olhando para a estudante 8). Aí o vento circula normal, deixa a temperatura homogênea (fazendo gesto com a mão que lembra um círculo, como se referisse a circulação do ar dentro do aparelho). Na hora que vê que começou a baixar a temperatura ele aumenta. Fica fazendo barulho por causa da ventoinha que fica sempre (gesto tentando representar o funcionamento da ventoinha) circulando pra meio que ficar constante. Por isso que faz barulho pra circular e pra meio que a temperatura ficar constante. Tem pros lados que entra (mais gesto para a entrada de ar ambiente no aparelho) parte de cima, ce vê que puxa um pouco o ar e é frio por causa disso, pra entrar o ar frio se tiver muito quente e de lado pra sair o ar mais quente pra ficar numa temperatura ideal. É por isso que tem o sensor.

A interação continua, mas de forma inaudível. Depois, os integrantes pegam seus aparelhos de telefone com acesso à internet e começam a pesquisar informações para a resposta ao problema proposto.

Nesse episódio notamos que os pares se relacionaram na tentativa de buscar explicações para o funcionamento da fritadeira elétrica relacionando variáveis tais como circulação de ar, entrada de ar ambiente (frio), saída de ar quente e manutenção da temperatura no interior do aparelho para ocorrer o preparo do alimento. Assim, diversos conceitos científicos foram utilizados (temperatura, sensação de quente e frio, calor, densidade do ar quente e frio, entre outros) na tentativa de propor uma explicação para o problema o que pode ser evidenciado pela linguagem centrada na relação entre variáveis, nas associações de causa e consequência, no raciocínio proporcional, no acionamento de ideias a partir de conhecimentos tecnológicos anteriores (sensor) culminando, assim, no surgimento de uma linguagem científica (Q3) e de interações entre os pares significativa ao aprendizado (Q1).

Observamos também que a interação apresentada estava repleta de gestos carregados de significados sobre o funcionamento do aparelho. Para Sasseron (2017), as respostas produzidas pelos estudantes podem vir em palavras faladas, escritas (acréscimo nosso) e também por gestos auxiliares na expressão de uma dada ideia. Além disso, “como modo visual, o gesto materializa significados diferentemente de outras formas (de comunicação), tal como as palavras” (POZZER e ROTH, 2019, p. 6). Assim, notamos que os estudantes de graduação explicitaram seus pontos de vista sobre a situação-problema com rica linguagem não verbal para dar significado a sua visão diante de determinados fenômenos.

O princípio de funcionamento do aparelho de micro-ondas

A atividade investigativa sobre o aparelho de micro-ondas consiste também um formato de questão aberta. Apresentaremos nessa seção outra interação bastante significativa que ocorreu entre os integrantes desse grupo, os quais já manifestaram previamente suas dificuldades e desconfortos em obter respostas para a pergunta da fase de socialização, algo típico de uma investigação científica em âmbito escolar (Q2). Mesmo assim, buscaram propor uma solução a partir da interação entre os pares e raciocinando sobre os fatores que pudessem explicar os mitos e os fatos que envolvem o funcionamento do aparelho. Transcrevemos a seguir a parte audível desse diálogo:

Estudante 11: Muito difícil.

Estudante 13: Oi?

Estudante 11: Achei muito difícil (com uma fisionomia muito desconfortável com a atividade sobre o micro-ondas).

Nesse momento o estudante 11 busca mais pistas no material de apoio disponibilizado pelo pesquisador e acrescenta uma pergunta.

Estudante 11: Aqui, “por que alguns alimentos derretem no micro-ondas?” É uma pergunta que tem que responder aqui (referindo-se ao material da fase de socialização da investigação).

Estudante 13: Bom, em teoria porque ele recebe mais energia que... [ruído, inaudível]

Estudante 14: É eu pensei nisso, mas talvez não, talvez tenha recebido uma... radiação. Por que ele (referindo-se à radiação eletromagnética do magnétron) não derrete o micro-ondas (se voltando para o estudante 13)?

Estudante 11: Por que alguns alimentos derretem?

Estudante 13: Você tem que, literalmente, fornecer um pouquinho de energia porque, se deixa muito, ele queima.

Nesse episódio, as dúvidas são impulsionadoras pela busca às respostas. A dúvida de um indivíduo pode suscitar outras questões que, inicialmente, não compunham o material de apoio. Assim, as hipóteses que surgiram, a partir das dúvidas suscitadas pela questão-problema nos componentes do grupo, em certa medida, fruto da imaginação e criatividade dos indivíduos faz com que essa atividade apresente características da natureza da Ciência consideradas acessíveis aos estudantes e relevantes ao seu cotidiano (LEDERMAN et al., 2002). Nesse sentido, devem fazer parte de uma investigação científica em âmbito escolar e de formação inicial de professores de Ciências. Dessa forma, os estudantes podem estabelecer conclusões a partir de certos padrões de comportamento dos alimentos expostos a radiação do micro-ondas sendo, por isso, pistas para a solução da questão-problema proposta (Q2).

Apesar de ser a investigação mais complexa de ser realizada (funcionamento do aparelho de micro-ondas) e, talvez, aquela que demandasse mais do que o tempo disponível na aula, o grupo se comprometeu plenamente com a atividade observando o aparelho por dentro. Além disso, a atividade permitiu que os estudantes levantassem hipóteses, discutissem dúvidas, acionassem certos conceitos científicos para tentar buscar solução à questão-problema, manipulassem o equipamento e tivessem contato com esse tipo de tecnologia. Dessa forma, consideramos que o problema proposto atendeu às características de uma atividade investigativa própria do contexto do estudante de graduação da modalidade licenciatura.

O funcionamento do aparelho para pipoca industrial

A atividade investigativa da pipoca produzida industrialmente foi em um formato que denominamos de investigação mediada por TIC's (Tecnologia de Informação e Comunicação), ou seja, por uma impossibilidade ou dificuldade de levar o equipamento para a sala de aula (no caso o canhão de pipoca) o processo de investigação é desencadeado por algum tipo de tecnologia da informação e comunicação. No nosso caso utilizamos vídeos que os estudantes poderiam visualizar a partir de um aparelho (tablets, telefone móvel, computador, entre outros) que apresentasse conexão à internet (FANTINI e MATEUS, 2015). Além disso, oferecemos alguns textos de apoio a investigação.

Nesse grupo o professor emprestou seu próprio aparelho de telefone com conexão à internet já que nenhum componente do grupo possuía esse tipo de acesso. Os 4 estudantes tiveram dificuldade, mas não desistiram de assistir um a um os vídeos sugeridos no material de apoio em uma tela de tamanho diminuta e pouco adequada para a visualização de vídeos por 4 pessoas ao mesmo tempo. No entanto, as interações que surgiram são bem significativas para o presente trabalho de pesquisa e algumas delas trazemos, a seguir, as transcrições.

Estudante 3: Ah, sabe o que é importante a gente saber: o tipo de milho que é usado. Qual o tipo de milho que é usado? Porque se for tipo de milho de canjica...

Estudante 1: É não, não é esse. Olha aí pra você ver (apontando para o material de apoio impresso). É diferente. [ruído, inaudível]

(Estudante 3 olha superficialmente o texto e se recorda do que leu.)

Estudante 3: É, é verdade. No texto fala que tem uma diferença do milho de pipoca pra esse milho.

(O professor interrompe por cerca de 6 minutos as interações entre os grupos para falar sobre a questão da participação nos fóruns virtuais da disciplina, a mesma pessoa, ainda com dúvida, insiste retomando a interação.)

Estudante 3: É porque o artigo tinha falado que era diferente do milho de pipoca, mas quando eu fui pesquisar tava escrito “é feito do milho de pipoca. Milho de porção transgênica (com a ponta dos dedos na têmpera como se estivesse tentando lembrar de uma informação).

Nesse episódio os estudantes demonstram ter identificado uma das variáveis que mais importam para a produção de pipoca: o tipo de milho. Os textos de apoio haviam sido lidos e as informações estavam sendo debatidas como forma de verificar a percepção de um dado fenômeno com os pares que fizeram a mesma leitura prévia (Q3). De certa forma, os estudantes aqui mostram uma das características inerentes ao fazer científico: a Ciência não é feita apenas por uma pessoa, mas um conjunto de indivíduos que se debruçam em torno de um problema a fim de buscar uma solução parcial ou definitiva. Nesse sentido, a investigação em grupo pode ajudar aos estudantes da licenciatura a evitar uma visão individualista e elitista do trabalho científico que considera a produção do conhecimento científico uma obra de gênios solitários ignorando, pois, o papel da coletividade, a produção cooperativa e o intercâmbio de informações (PÉREZ et al., 2001).

Em seguida, o grupo voltou a atenção para um vídeo. Durante a exibição da reportagem que assistiram, consideramos na análise outras reações dos estudantes. A seguir a transcrição do episódio:

Estudante 3: É uma reportagem muito séria (em tom de ironia).

[Risadas de todos os componentes do grupo que até se curvam.]

Estudante 15: Olha isso (apontando para a tela do telefone que exibia a reportagem e não se contendo de tanto rir).

[mais risadas de alguns componentes. Barulhos seguidos do funcionamento do canhão de pipoca se ouve em toda a sala.]

Estudante 15: Imagina se alguém morre estourando pipoca.

[estudante 1 tenta interagir, mas inaudível. Rapidamente é interrompida.]

Estudante 3: O espaço todo é de armazenamento.

Estudante 1: É (em tom de concordância).

[estudante 7 interage, mas inaudível. Todos do grupo riem com a interação. Continuam a ver o vídeo.]

Estudante 3: Ue? (fisionomia de espanto) Isso daí é louco.

Estudante 7: Tenso né?

Estudante 1: ...fica girando e forma um cilindro (fazendo gesto com as duas mãos girando para mostrar ao grupo. Em seguida, tenta explicar o que viu girando novamente as mãos e se voltando para o estudante 15.)

Estudante 3: Tem um nome pra isso.

[estudante 7 interage, mas inaudível.]

Estudante 3: Que?

Estudante 7: Betoneira.

Estudante 3: Betoneira! (e toma nota no papel em que tentava responder as perguntas de socialização.)

Percebemos nessa atividade que apesar de não ter ocorrido a manipulação física do equipamento, a visualização dos vídeos pode ser uma estratégia satisfatória para a aprendizagem dos estudantes de graduação, pois permite o conhecimento de determinados aparelhos e procedimentos sem a necessidade do deslocamento para a fábrica. Outra vantagem é que a cada momento os estudantes poderiam pausar a imagem, escrever as conclusões e transitar para a ação intelectual de construção de perspectivas a partir de questões, sistematização de ideias e pequenas exposições (CARVALHO, 2017) entre os próprios componentes do grupo.

Os estudantes, em seguida, voltaram a visualização de outro vídeo. Novas risadas foram observadas, o que nos sugere que estavam participando da atividade imersos na proposta e se divertindo enquanto tomavam nota de todos os detalhes para responder às perguntas feitas no material de apoio.

Aqui chamamos a atenção para o fato de que a investigação pode ser uma atividade descontraída para os estudantes. Isso torna a atividade mais prazerosa e tende a ser mais fluida podendo levar a uma maior adesão do grupo à proposta de investigação e podendo, assim, criar uma memória afetiva desse tipo de abordagem nos estudantes de graduação.

Depois que o grupo havia interagido bastante entre si e com o material de apoio, o professor passou para observar a que ponto estava a investigação proposta. Notou que o primeiro vídeo sugerido, que havia sido estrategicamente disposto na sequência da lista de indicações, não tinha sido visualizado pelos integrantes do grupo. Assim, perguntou qual o motivo dessa decisão e os componentes responderam que, pelo título do vídeo, não acreditaram que veicularia informações úteis para a solução do problema proposto. Foi daí que ele orientou que assistissem a esse vídeo já que poderia dar pistas importantes para a investigação realizada. Em seguida, se afastou do grupo para que pudesse ocorrer a interação entre os pares.

O funcionamento da panela de pressão

A atividade investigativa do funcionamento da panela de pressão consiste em um formato de problema aberta, ou seja, um problema de cunho geral em que se discute desde as condições de contorno (podem variar de acordo com o modo de percepção do problema em cada grupo) até as diversas soluções adequadas para a mesma situação proposta tendendo a matematização dos resultados. (AZEVEDO, 2004).

Notamos que essa atividade investigativa foi a única com a opção de realização por dois grupos. Nos pareceu que esse desejo demonstrado por mais de um grupo estava associado à maior familiaridade dos estudantes com o equipamento, fato que daria aos estudantes alguma vantagem durante a realização da atividade proposta.

Observando o comportamento do grupo que ficou com a panela de pressão, essa sensação se confirmou, pois foi o único grupo que, apesar de ter o equipamento para a investigação, mal o tocou e, se quer, o colocou em funcionamento. Os componentes se concentraram na leitura, em voz alta, do material de apoio entregue após a proposição das hipóteses. Notamos uma confiança nos conhecimentos prévios ao invés da busca por informações que pudessem ajudar a responder ao problema proposto.

Buscando maior interação com o grupo que, numa primeira impressão, se mostrou pouco envolvido com a atividade, o professor sentou-se em uma das cadeiras e perguntou aos componentes as respostas que haviam dado às questões da fase de socialização. Aqui salientamos o papel da atuação do professor na mediação do processo de investigação durante a etapa da resolução do problema em pequenos grupos, o qual deve observar se a atitude dos estudantes indicam a aprendizagem processual do grupo, ou seja, se cooperam entre si na busca da solução do problema, se o comportamento apresenta traços de uma aprendizagem atitudinal e se há interações discursivas em busca de ideias para construção de hipóteses e se as testam (CARVALHO, 2017).

No entanto, todos os integrantes do grupo demonstraram envolvimento com a proposta de investigação feita ao tentarem contribuir verbalmente com a resposta de cada questão feita pelo professor. Além disso, outras questões adicionais ao material de apoio foram feitas e em todas elas os estudantes se posicionaram com conceitos científicos previamente estudados por eles. Até surgiu um relato espontâneo de uma integrante sobre um acidente domiciliar com a falha do equipamento o que, segundo ela, acarretou a explosão de uma panela de pressão.

Fechamento das atividades

Acrescentamos que na sala de aula essa proposta de acompanhamento do andamento das atividades dos grupos com perguntas de direcionamento da investigação sugerida pode ser uma estratégia utilizada para avaliação diferenciada nessa abordagem do ensino de Ciências. Esse tipo de atitude avaliativa do professor se aproxima da postura indicada por Carvalho (2017) na qual ele verifica os avanços na aprendizagem orientando, assim, no reconhecimento de avanços e no processo de conquistas que ainda precisam ser alcançadas.

Em seguida, o professor da disciplina solicitou que os grupos parassem de trabalhar e passassem para a fase de socialização dos resultados que ocorreu em plenária. Assim, de forma voluntária, quem dá início aos trabalhos de divulgação dos resultados foi o grupo da fritadeira elétrica. A pedido da professora da disciplina eles deveriam ler o tema e a pergunta que foi feita inicialmente. Só então poderiam iniciar a divulgação dos resultados da investigação oralmente para a turma. O episódio aparece transcrito a seguir:

Estudante 9: Primeiro nós fomos ver o que essa fritadeira possui, né. Então, a gente viu que ela tem uma resistência que é responsável por aquecer o aparelho, duas ventoinhas responsáveis pelo sistema de ventilação que fazem com que a temperatura, meio que [const...] circulando o aparelho todo, aí tem o regulador de temperatura, o sinalizador de tempo, a luz de aviso quando o alimento tá pronto. Pelo vídeo que nós vimos, ele tem um sensor que regula a temperatura para não ultrapassar demais nem ficar de menos, pra ficar meio que constante por isso a ventilação também. Aí o princípio que nós chegamos à conclusão que é a transferência de calor, aí nesse caso, é a convecção de calor (gesto com a mão mostrando como se dá a circulação das correntes de ar) através da umidade do próprio alimento ele vai fazer a fritura ou assamento do alimento.

Professor: Deixa eu fazer uma pergunta: o que vocês acharam do funcionamento em termos do movimento do ar lá dentro na investigação de vocês?

Estudante 9: Ele circula o aparelho todo. Ele tem vários... tipo assim, na própria bandeja ele tem buracos pra poder facilitar a circulação de ar, nas laterais da bandeja em si ele também tem buracos pra poder facilitar a circulação de ar. Em cima, entra a circulação do ar mais frio e a parte de trás sai o ar mais quente pra meio que regular a temperatura lá dentro.

Estudante 2: E foi uma coisa que a gente nem percebeu porque antes da gente ver o vídeo a gente não viu que a bandeja tinha furinhos. Depois que a gente viu o vídeo que a gente viu que a bandeja tinha furinhos que justamente pra dar essa circulação do ar lá dentro, desse ar quente para aquecer o alimento que tá lá.

Estudante 8: E não queimar.

Estudante 2: E não queimar (confirmando a informação).

[Um componente levantou da cadeira e tentou mostrar para a turma esses tais orifícios nas laterais da bandeja a pedido do professor, mas estava excessivamente quente ainda do funcionamento para preparação das batatas fritas servidas aos colegas].

Professor: Alguém tem uma pergunta pra fazer? Vocês conseguiram entender o funcionamento da airfryer, todo mundo? (se voltando para a turma).

Estudante 9: O funcionamento dela é simples.

Estudante 2: É bem simples, a gente achou que era mais complexo, mas é bem simples.

Os estudantes desse grupo tinham que produzir as próprias perguntas da fase de socialização que foram lidas para a turma também. Então, surgiu uma pergunta de um componente de outro grupo.

Estudante 11: Pois é, a airfryer ela fritar ou ela cozinha? (todos os componentes do grupo da fritadeira dão risada já que pareceu ser uma questão para o grupo, em princípio, surpreendente).

Professora: É uma pergunta para incluir lá (referindo-se as perguntas da fase de socialização.)

Estudante 9: É, nós também ficamos nessa dúvida. Foi aquela pergunta que nós fizemos: o aparelho serve para todos os alimentos? Dependendo do alimento vai fritar, dependendo do alimento vai assar. Mas, em termos de resposta nós não chegamos a uma conclusão porque o motivo.

Estudante 11: Eu acho que pra fritar tem que ter óleo.

Estudante 8: Eu também acho (expressão de brincadeira) se não tiver imerso assim (fazendo gesto com a mão para tentar explicar) não está frito.

Estudante 9: Aí fica difícil, vai depender do alimento, da quantidade de gordura que ele tem, da quantidade de umidade que ele tem.

Consideramos que, nesse episódio, os estudantes do grupo da fritadeira elétrica puderam conviver com o sentimento do professor que não tem respostas prontas para toda questão, mas que consegue racionalizar determinadas ideias no intuito de elucidar certos questionamentos. Quando não conseguir fazer isso não há demérito na franqueza e na honestidade do professor em se declarar incapaz de responder a dúvida naquele momento e se dispor a tentar buscar uma solução para a questão a posteriori.

Para o estudante que fez a pergunta vemos que esse tipo de atividade permitiu pensar no assunto, elaborar perguntas, levantar questões, se posicionar diante dos argumentos expressos pelos pares e refazer ou manter sua forma de dar respostas ao problema aproximando, assim, das características apresentadas por uma investigação científica (Q2) (SASSERON, 2017). Acreditamos que o estudante que se propõe a participar ativamente dessa interação muda sua forma de pensar determinado fenômeno ou princípio de funcionamento de determinados aparatos tecnológicos.

Assim, o professor passou ao próximo grupo. Aquele que se voluntariou a apresentar foi o do canhão de pipoca cuja contribuição está transcrita a seguir:

Estudante 3: Nós pesquisamos e aí nós vimos, um pouco, como é o processo de preparo desse milho e como que ele vira essa pipoca industrial que é aquela pipoca Aritana, caramelizada, que vende... que o pessoal vende.

Professora: Todo mundo sabe qual pipoca que é, né?

Estudante 6: É aquela pipoca doce?

Professora: É, aquela pipoca doce do saquinho que cê come sem parar.

[risadas dos estudantes]

Estudante 3: A primeira parte é o tratamento do milho que vai ser utilizado. É retirado dele aquela película de fora e uma parte branca que tá presente no milho.

Estudante 7: Aquela da ponta (como forma de complementar a ideia).

Professora: Qual milho? Milho de pipoca ou milho de galinha?

Estudante 3: É o milho que é utilizado no milho de pipoca que é um milho com uma maior umidade (falando meio que sem certeza da informação). Na verdade, os artigos... um artigo falou que tem menos umidade e o outro falou que tem mais umidade. Só que eu acho que é um milho com menos umidade do que o milho verde e o milho de canjica (olha para os professores esperando afirmação da ideia posta).

Estudante 8: Não, mas que tipo de canjica?

Professora: O milho da pipoca ali, do micro-ondas é o milho de pipoca e tem o milho comum.

Estudante 15: Não, é o milho de pipoca (pela fisionomia, sem certeza da informação).

Estudante 3: É o milho de pipoca (afirmando com ar de certeza).

Estudante 8: Eu acho que não.

Estudante 15: Não é o milho verde.

Estudante 8: Cê vê pela aparência dele. É o milho de canjica porque...

Estudante 7: Espera, nós vamos chegar lá.

Estudante 9: Nê não, é o milho de pipoca mesmo.

Estudante 3: É o milho de pipoca porque, tipo assim, o milho de pipoca tem, mais ou menos, 15% de umidade nele. E essa umidade ela, assim, a gente leu dois artigos, os artigos, um falou que ele tem menos umidade que o milho verde normal, aquele milho que a gente pega, faz em casa e come, direto, cozinha e come, o outro falava que ele tinha mais umidade, não é estudante 7?

Estudante 7: É.

Estudante 3: Eu acho que ele tem menos umidade que o milho normal.

Estudante 7: A gente não sabe ao certo né, mas em média eles tem 15% de umidade em relação à massa. E ele vai estourar por que? Cê coloca ele lá no calor e essa umidade que tá dentro dele vai virar vapor, vai pressionar a casca e ele vai estourar. Aí o amido que tá lá dentro ele vai virar aquela casquinha branca.

Estudante 3: Sim, antes disso ele fica meio gelatinoso dentro desse milho aí quando ele explode, tipo assim, a pressão no interior se iguala à pressão atmosférica, essa casca é rompida e aí esse milho vira essa casquinha, essa casca branca, vou chamar de espuma branca, que a gente come. Aí nesse processo de preparação do milho é retirada essa pelezinha porque ela impede a expansão da pressão e, no caso do rompimento da película do milho, a parte branca queima.

Estudante 7: Ela impede que a pipoca cresça o máximo que dá.

Estudante 3: Exatamente. E aí ele é colocado numa espécie de panela de pressão e em dado momento essa panela de pressão... aí acontece várias transformações lá dentro né, assim, aumento da pressão, temperatura que está sendo aquecida, e aí esse milho, em dado momento, quando a pressão no interior dessa panela é de 200 libras, o operador ele libera e aí quando libera, o amido sai de dentro... o amido gelatinoso...

Estudante 7: Expande.

Estudante 3: ... expande.

Estudante 7: É tipo um canhão mesmo.

Estudante 3: É muito legal (com um sorriso no rosto falando para a turma).

Estudante 1: E a pressão é tanta que vai pra frente mesmo, um barulho alto...

Estudante 3: Sim. Dá um barulho e aí eles estão jogando em uma parede assim, e cai assim (fazendo gestos com a mão tentando explicar o que fala). É muito legal gente (olhando para a turma), depois vejam.

Depois disso, o grupo continua explicando o processo de caramelização da pipoca para que ela resulte no sabor adocicado apresentado ao consumidor final. Continuam para propor uma explicação dos motivos de alguns milhos não estourarem (denominados peroas):

Estudante 3: Depois que ela explode (referência à pipoca) ela passa por uma peneira para retirar os "peroads", que é os milhos que não estouram. Que, aliás, eles não estouram porque... (olhando para o próprio grupo) ...pode falar aí.

Estudante 7: ...ou tem algum furo na casquinha, esse pro milho normal porque...

Estudante 1: ...ou ele tá com a umidade muito baixa. Tem que reidratar ele.

Nessa explicação os estudantes retomam a ideia de que o milho só vira pipoca se o vapor produzido pela própria umidade do grão expandir com uma pressão tal que vença a pressão externa exercida pelo milho. Nesse processo, inclusive, citam que o milho não estoura se a umidade dele for baixa, mas no início da apresentação dos resultados, quando arguidos sobre a questão do milho ter maior ou menor umidade, ficaram na dúvida e optaram pela hipótese da quantidade de umidade do milho para fabricação da pipoca com o canhão industrial (tipo uma panela de pressão) ser mais baixa.

Consideramos que todas essas questões são bastante pertinentes e poderiam ser melhor exploradas caso a atividade tivesse mais tempo para se desenrolar. A participação dos estudantes nos mostra que a adesão do grupo foi intensa e permanente o que nos leva a crer que esse problema de investigação foi adequado a realidade do estudante de graduação, pertencendo, assim, ao seu arcabouço cultural atual e sendo, portanto, interessante a tal ponto que eles se dedicaram e se envolveram na atividade de solucionar o problema. Isso permitiu, também, a exposição dos conhecimentos previamente adquiridos atendendo, assim, à questão da adequação de uma questão para investigação preconizado por Carvalho (2017).

Depois disso, a professora pediu que, em caso de alguma questão ao grupo, que fosse feita no fórum virtual da disciplina de modo que houvesse tempo hábil para que todos os outros grupos apresentassem suas conclusões. Assim, passamos ao próximo grupo: a panela de pressão.

Estudante 4: Tentamos basear nossa hipótese no que ocorre com a panela de pressão, o que ocorre com a água e o cozimento quando ocorre na panela de pressão. A nossa conclusão foi basicamente que como na panela a pressão é bem maior que no meio ambiente, que a atmosférica, a água consegue chegar a uma temperatura bem maior sem ebulir, maior que os 100 graus, que é o comum, pra até ela conseguir igualar a pressão de vapor dela com a pressão interna da panela. Então, isso faz com que o cozimento seja muito mais rápido, porque ela está numa temperatura relativamente mais alta, ela consegue chegar a 120°C sem ebulir. Então, quando você aumenta a intensidade da chama você tá fornecendo mais calor ainda pra acontecer essa transferência de calor entre a chama, a panela e a água, porque a panela é feita de metal, material condutor de calor, então você fornece mais calor pra água, então a temperatura dela sobe mais rápido ainda, porque ela tem um calor específico alto então precisa de muito calor pra ela aumentar a temperatura, então o tempo de cozimento fica bem menor.

Professor: Deixa eu fazer uma pergunta para o grupo: 1º) como é que você sabe que água, dentro da panela, está em ebulição? e 2º) depois que atingiu a temperatura para a ebulição, se você deve manter a chama muito intensa, saindo muita energia porque está queimando muito gás, ou não deve se manter assim ou tanto faz?

Estudante 6: De evidência, assim, quando a gente aquece (pega a tampa da panela para explicar) o gás começa a sair aqui nesses buracos (mostra a tampa da válvula principal da panela)...

Estudante 4: ...porque tem essa válvula de escape pra pressão não ficar muito grande assim...

Estudante 6: ...e pra evitar causar acidentes. Na verdade tem duas válvulas né, essa aqui é mais comum (apontando para válvula principal) vai ficar saindo os gases a todo momento e essa outra válvula aqui (apontando para a válvula secundária de segurança) caso essa daqui não funcione, essa daqui estoura para evitar algum acidente ou uma explosão da panela.

Estudante 4: Não é necessário manter a chama tão alta, se eu não me engano minha mãe abaixa quando ela tá cozinhando [risadas do grupo] na panela de pressão.

Professor: Você sabe por que sua mãe abaixa?

Estudante 4: É pra evitar gastar muito gás, mas como a água ela é relativamente pura ela, quando ela começa o processo de transformação ela mantém essa temperatura relativamente constante, então você não precisa ficar dando tanta energia, ela vai receber energia, a energia que ela vai receber, ela vai continuar evaporando. Então você pode diminuir sim a chama que não vai interferir tanto no processo de cozimento e ainda sim seria mais rápido.

Professor: Você como química recomendaria abaixar?

Estudante 4: Sim (com um ar de incerteza). Eu não usaria panela de pressão, eu não recomendaria usar a panela de pressão.

[Várias pessoas, ao mesmo tempo, se espantam com a afirmação da estudante e perguntam por que?]

Estudante 4: É um objeto muito perigo. Eu já vi um objeto desse explodir.

A professora da disciplina explica à turma que um dos objetivos de se estudar Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) é poder conviver mais seguros e informados no nosso cotidiano. Assim, a adoção desse tipo de investigação pode ser uma forma de fazer os estudantes da modalidade licenciatura compreenderem que várias pessoas podem relatar o receio de determinados utensílios da cozinha por puro desconhecimento da tecnologia e do funcionamento do aparelho, como no caso da panela de pressão. Esse tipo de utensílio pode ser imprescindível para o preparo de certos alimentos, como o feijão, a ervilha e as carnes tendo, pois, impacto na qualidade de vida do indivíduo. Assim, os estudos a partir de uma abordagem investigativa podem iniciar um processo de mudança de postura, saindo de uma condição de maior receio para outra de maior segurança e confiança em usar certos equipamentos dentro de um ambiente tão cheio de riscos, mas também repleto de possibilidades e de bons momentos como a cozinha.

Em seguida, o último grupo: o micro-ondas.

Estudante 14: A ideia do micro-ondas é que você tem um aparelho com o magnétron que ele recebe a energia, é esse aqui (e mostra o aparelho para a turma). Ele emite as micro-ondas. Essas micro-ondas elas têm uma frequência próxima a da ressonância da água. Então, você manda essas ondas, a água começa a se agitar e a sincronizar com a frequência das micro-ondas e a água agitando, o agitação das moléculas é basicamente aquecimento, aumento da temperatura. O aquecimento da água faz com que o alimento, como um todo, seja aquecido. Ou seja, pra você aquecer um alimento no micro-ondas uma das coisas que você precisa é que esse alimento possua... seja hidratado, tenha água. Tem uma coisa importante também (enquanto virava a frente do aparelho para a turma) que vocês podem ver é uma tela aqui que é exatamente para impedir que essa radiação vá pra fora do aparelho também porque vocês podem ver que o comprimento de onda das micro-ondas são de, aproximadamente, 1 centímetro e uma frequência na faixa de giga-hertz. Então eles não conseguem passar nesses furos aqui (apontando para a tela para que a turma veja) o que gera segurança. Ele disse (apontando para um dos componentes do grupo) que conhecia um dos vizinhos dele que tinha tirado essa tela aqui (abrindo a porta do equipamento e virando o interior da tela para a turma observar). Se você tirar ela meio que tá perdendo essa segurança.

Professora: Perguntas?

Estudante 6: É porque eu já vi muita gente mais velha falando que se você comer coisa de micro-ondas faz mal, cê vai morrer, vai ter câncer. É, por que isso é falso?

Estudante 14: Aquele medo que as pessoas têm associado... que associa radiação a câncer de uma vez, mas a radiação não fica no alimento. Então, não tem porque uma coisa gerar a outra.

A discussão se estendeu um pouco sobre a segurança do aparelho com argumentos dos outros integrantes do grupo alertando sobre o uso sem a tela do interferômetro e o fato de findado o desligamento do aparelho não haver mais geração de ondas. A professora acrescentou que o tipo de material que contém o alimento para aquecimento no micro-ondas é fundamental para a segurança dizendo que, aqueles que podem ir ao aparelho, possuem símbolo indicativo para tal função. O professor acrescenta outras informações que podem ser usadas para explicar, teórica e matematicamente aos estudantes da educação básica, a questão da segurança na utilização do aparelho de micro-ondas para o preparo dos alimentos. A grande questão nesse ponto do assunto é o professor definir o que é necessário e essencial explicar a seus alunos. Quanto mais interessados no tema, mais profundamente ele pode ser abordado.

Avaliação dos próprios estudantes sobre a aula

Ao final do semestre letivo da disciplina, os estudantes realizaram uma avaliação da aula de atividades investigativas sobre os equipamentos culinários. Individualmente, os alunos puderam escolher uma opção de nota entre 0 e 5 (valores inteiros em que 0 é a mínima e significa que a aula foi péssima e 5 é a nota máxima e significa que a aula foi excelente) em uma planilha específica (criada no Google Formulários) com essa finalidade. Só foram consideradas as avaliações dos estudantes presentes a essa aula. Os resultados da avaliação são apresentados a seguir (gráfico 2).

Dos 15 estudantes matriculados na disciplina, 14 estavam presentes a essa aula. Pelo resultado apresentado (9 notas 5 e 5 notas 4) consideramos que os alunos consideraram a proposta satisfatória e nós pesquisadores consideramos que o encontro obteve êxito no quesito satisfação dos estudantes.

Considerações finais

Concluimos, com isso, nossos relatos e análises sobre uma aula constante em uma disciplina optativa para o curso de graduação em Química de uma Universidade brasileira. A turma de 14 estudantes foi dividida em 4 grupos que participaram de 4 atividades distintas com características investigativas relacionadas aos equipamentos utilizados na produção de alimentos na cozinha e na indústria, sendo 2 questões abertas (funcionamento das fritadeiras elétricas com ar quente e dos fornos de micro-ondas), 1 problema aberto (funcionamento da panela de pressão) e 1 investigação mediada por TICs (produção de pipoca industrial com canhões).

Consideramos que os estudantes tiveram oportunidade de vivenciar a comunicação verbal, as notas escritas que envolviam as considerações acerca da investigação desenvolvida e das perguntas de socialização constantes no roteiro semiestruturado, além do gestual praticado durante o posicionamento defendido na produção de explicações para o princípio de funcionamento de cada um dos equipamentos (Q1).

Quanto às características tipificadoras de uma investigação científica em âmbito escolar, a partir do referencial de Sasseron (2017), observamos que todas as atividades investigativas (aparelho de micro-ondas, fritadeira elétrica, panela de pressão e canhão de pipoca) apresentaram um problema a ser solucionado. Esses, por sua vez, se mostraram adequados ao público-alvo (formação inicial docente) já que, em sua maioria, motivou os estudantes na busca pela solução. Além disso, os estudantes tiveram que acionar a consulta de dados, informações e conhecimentos prévios sobre o assunto para levantar e testar hipóteses. Somado a isso, durante a atividade os estudantes reconheceram variáveis, estabeleceram relações de causa e consequência, contaram com a participação de pessoas distintas para construir uma explicação cientificamente adequada para o funcionamento do aparelho (Q2).

Por sua vez, a questão da linguagem desenvolvida nas interações durante as atividades investigativas apresentavam sinais de raciocínio científico em decorrência do problema proposto (concepção de Carvalho, 2017) em trechos das interações entre os estudantes, tais como: “a pressão no interior dessa panela é de 200 libras”, “processo de transformação ela mantém essa temperatura relativamente constante”, “frequência próxima a da ressonância da água” entre outras diversas falas que reforçam os achados em nossas análises.

De modo geral, notamos claramente o envolvimento da turma que não se mostrou passiva, mas buscou interagir com os pares e com as “ferramentas” disponíveis para buscar hipóteses que solucionassem a situação-problema proposta. A satisfação dos participantes foi confirmada pelos dados da avaliação sobre a aula em que maioria (9 estudantes) atribuiu nota máxima (5) e os demais (5 estudantes) nota quase máxima (4).

A formação inicial de professores de Química/Ciências impõe diversas inquietações ao longo de sua trajetória tanto nos estudantes quanto nos professores formadores e pesquisadores. Dentre elas, uma destacamos: quais estratégias podemos proporcionar ao estudante de graduação na modalidade licenciatura maior segurança para planejar, desenvolver e aplicar atividades que aproximem o estudante da Educação Básica daquilo que é típico do fazer científico?

Na experiência relatada oportunizamos atividades dentro da abordagem investigativa durante o curso de formação inicial. Esse tipo de atividade reforça, mesmo que implicitamente, características: 1. da natureza da Ciência acessíveis aos estudantes (tal como a construção de hipóteses a partir da imaginação ou da criatividade do cientista); 2. de uma visão não deformada do fazer científico (tal como a visão individualista/elitista). Além dessas, identificamos evidências que corroboram para o alcance aos objetivos propostos, relacionadas ao referencial teórico sobre o ensino de Ciências por investigação, como: interações entre os pares e com os professores em atividades propostas sobre o tema culinária; características de uma investigação científica em âmbito escolar, especificidade da linguagem desenvolvida durante as atividades e relacionadas ao raciocínio científico.

Referências Bibliográficas

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thompson, 2004. p.19-33.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. Fundamentos da investigação qualitativa em educação: uma introdução. In: _____. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994. cap I.1, p. 19-80.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Plano Nacional de Educação PNE 2011-2020: Linha de Base. Brasília: INEP, 2011. Disponível em: <2018.http://fne.mec.gov.br/images/pdf/notas_tecnicas_pne_2011_2020.pdf>. Acesso em: 08 set.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Plano Nacional de Educação PNE 2014-2024: Linha de Base. Brasília: INEP, 2015. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1ul8OptGdTzory5J0m-TvvSzILCrXmWeE/view>. Acesso em: 08 set. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução n. 2/2015, de 1º de julho de 2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Diário Oficial da União, Brasília, seção 1, p. 8-12, jul. 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file>. Acesso em: 24 jun. 2019.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo Escolar da Educação Básica 2017: Notas Estatísticas. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://pne.mec.gov.br/images/pdf/pne_conhecendo_20_metas.pdf>. Acesso em: 08 set. 2018.

BROIETTI, F. C. D.; BARRETO, S. R. G. Formação inicial de professores de Química: utilização dos relatórios de observação de aulas como instrumentos de pesquisa. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 32, n. 2, p. 181-190, 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/Disciplinares/Downloads/8391-37507-1-PB%20(1).pdf>. Acesso em: 21 ago. 2018.

CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2016. p. 1-17.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2017. p. 01-20.

CORRÊA, R. G.; MARQUES, R. N. A formação inicial de professores de Química sob o olhar dos coordenadores dos cursos. Revista Ibero-americana de estudos em educação, Araraquara, v. 11, n. esp. 1, p. 406-417, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/Disciplinares/Downloads/8562-23054-1-SM%20(1).pdf>. Acesso em: 21 ago. 2018.

CORRÊA, R. G.; MARQUES, R. N. Formação inicial de professores de Química no estado de São Paulo: perfil profissional e campo de atuação. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. Atas..., Florianópolis: 2017. p. 01-09. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1202-1.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2018.

FANTINI, L. H.; MATEUS, A. L. Ciência na tela: vídeos em sala de aula. In: MATEUS, A. L. (Org.). Ensino de Química mediado pelas TICs. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2015. Cap. 3, p. 67-95.

KUENZER, A. Z. A formação de professores para o Ensino Médio: velhos problemas, novos desafios. Revista Educação e Sociedade, Campinas, v. 32, n. 116, p. 667-688, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v32n116/a04v32n116.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2018.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. Journal of Research in Science Teaching, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002. Disponível em: <http://www.gb.nrao.edu/~sheather/For_Sarah/lit%20on%20nature%20of%20science/Views%20of%20nature%20of%20science%20questionnaire.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2020.

LIMA, M. E. C. C.; MARTINS, C. M. C. Atividades demonstrativas de caráter investigativo. In: _____. Ensino de Ciências com caráter investigativo A. Belo Horizonte: CECIMIG-Fae-UFMG, 2013. p. 1-17.

LIMA, M. E. C. C.; MARTINS, C. M. C. Que é ensino por investigação? In: _____. Ensino de Ciências com caráter investigativo A. Belo Horizonte: CECIMIG-Fae-UFMG, 2014. p. 1-21.

LOIOLA, F. A.; BORGES, C. A pedagogia de Paulo Freire ou quando a educação se torna um ato político. In: A Pedagogia: teorias e práticas da Antiguidade aos nossos dias. 3 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014. Cap. 12, p. 287-309.

MALDANER, O. A. Formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores. Ijuí, RS: Editora Unijuí, 2006. 424 p.

MASSCHELEIN, J.; SIMONS, M. Em defesa da escola: uma questão pública. Belo Horizonte: Autentica Editora, 2017. 174 p.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar Ciências por investigação: em quê estamos de acordo? Revista Ensaio, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v9n1/1983-2117-epec-9-01-00089.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2019.

OLIVEIRA, B. J.; ZAIDAN, S. A produção de conhecimento aplicado como foco dos mestrados profissionais. In: Mestrado Profissional: implicações para a educação básica. Campinas: Editora Alínea, 2018. cap. 2, p. 41-57.

PÉREZ, D. G. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. Ciência e Educação, Bauru, SP, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2018.

POZZER, L.; ROTH, W.-M. A cultural-historical perspective on the multimodal development of concepts in Science lectures. *Cultural Studies of Science Education*, Switzerland, p. 1-40, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/332402397_A_cultural-historical_perspective_on_the_multimodal_development_of_concepts_in_science_lectures>. Acesso em: 14 mar. 2020.

SANTOS, R. S.; FRISON, M. D. Reflexões acerca da formação inicial de professores de Química e o papel da experimentação como instrumento pedagógico no ensino. *Revista Didática Sistêmica*, Rio Grande, v. 15, n. 2, p. 141-154, 2013. Disponível em: <[file:///C:/Users/Disciplinares/Downloads/4017-12049-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Disciplinares/Downloads/4017-12049-1-PB%20(1).pdf)>. Acesso em: 21 ago. 2018.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2017. p. 41-61.

SILVA, R. M. G.; FERREIRA, T. Formação de professores de Química: elementos para a construção de uma epistemologia da prática. *Revista Contexto e Educação*, v. 21, n. 76, jul-dez, p. 43-60, 2006. Disponível em: <[file:///C:/Users/Disciplinares/Downloads/1095-1-4500-1-10-20130520%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Disciplinares/Downloads/1095-1-4500-1-10-20130520%20(3).pdf)>. Acesso em: 21 mai. 2018.

SILVA, C. S.; OLIVEIRA, L. A. A. Formação inicial de professores de Química: formação específica e pedagógica. In: NARDI, R. org. *Ensino de ciências e matemática I: temas sobre a formação de professores* [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 258 p. 174.

SILVEIRA, T. A.; OLIVEIRA, M. M. Formação inicial e saberes docentes no ensino de Química através da utilização do círculo hermenêutico-dialético. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. Atas..., Florianópolis: 2009. p. 1-13. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/823.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2018.

VERCELLI, L. C. A. A pesquisa aplicada com intervenção em um programa de mestrado profissional em educação: implicações na profissionalidade docente. *Crítica Educativa*, Sorocaba-SP, v. 4, n. 2, p. 5-18, 2018. Disponível em: <<file:///D:/N%C3%A3o%20Apagar/Downloads/325-2200-1-PB.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2019.

ZÔMPERO, A. F., LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, set-dez, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-03-00067.pdf>>. Acesso em: 21 mai. 2018.

Recebido em: 01/10/2022

Aprovado em: 05/12/2022