

10

EXPLORANDO APRENDIZAGENS DE E SOBRE CIÊNCIAS DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Exploring Basic Education students' learning of Science and about Science

RESUMO

Marina Martins

marina.martins@hotmail.com
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
ORCID 0000-0002-8659-8167

Rosária Justi

rjusti@ufmg.br
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
ORCID 0000-0001-6535-5046

Na Educação Básica, as aprendizagens de conteúdos científicos e sobre Ciências se justificam, pois podem contribuir para a formação de alunos como cidadãos letrados cientificamente. No entanto, em geral, o ensino está pautado na aprendizagem de conteúdos de ciências e de habilidades mecânicas, como as de operar equipamentos e memorizar conceitos. Assim, com o intuito de contribuir para que este quadro seja modificado, o presente trabalho relata a aplicação de uma série de atividades que tinham como objetivo discutir conteúdos de Ciências e sobre Ciências a partir de um pano de fundo histórico de elaboração, desenvolvimento e avaliação de modelos atômicos. As atividades foram aplicadas em uma turma de Química do segundo ano do Ensino Médio. Os resultados apontam que os alunos expressaram visões menos ingênuas e mais amplas sobre Ciências, bem como aprenderam o conteúdo químico relacionado a modelos atômicos. Como implicação desse trabalho, esperamos motivar professores da Educação Básica a discutir aspectos sobre Ciências e motivar pesquisadores a desenvolver mais estudos sobre essa temática.

Palavras-Chave: : Natureza da Ciência. Aprendizagem. Ensino Médio. Caso Histórico.

ABSTRACT

In the context of education at the basic level, it is important to learn scientific contents and to learn about science because both of them may contribute to students' scientific literacy. However, in general, the teaching at that level is based on learning science contents and mechanical skills (for instance, operating equipment and memorising concepts). Thus, in order to contribute to promote changes in this framework, this paper presents and discusses teaching activities that aimed at discussing scientific content and issues about science from a historical background based on the elaboration, development, and evaluation of atomic models. The activities were applied in a second-year high school chemistry class. The results show that students expressed broader and less naïve views about science, as well as learnt the curricular contents on atomic models. We hope this study may motivate teachers from the basic school to teach issues about science, and researchers to conduct further studies on this subject.

Keywords: Nature of Science. Learning. High School. Historical Case.



INTRODUÇÃO

Um dos objetivos da Educação em Ciências é formar cidadãos letrados cientificamente, como indicado por documentos curriculares nacionais e internacionais (por exemplo, NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2012; BRASIL, 2018). Para que isto seja atingido, é importante que professores busquem trabalhar os conteúdos de e sobre Ciências, bem como habilidades relacionadas ao fazer ciência (HODSON, 1992), como as de formular hipóteses, planejar e conduzir investigações, revisar explicações, elaborar e comunicar argumentos científicos.

Ao analisar a realidade da educação brasileira, observamos que, em geral, o ensino está pautado na aprendizagem de conteúdos de ciências e de habilidades mecânicas (como, por exemplo, as de operar equipamentos e memorizar conceitos). Isto pode estar relacionado ao fato de os documentos brasileiros relacionados à Educação Básica enfatizarem tais aspectos e, de maneira geral, abordarem de forma muito tímida a importância de os alunos aprenderem aspectos de Natureza da Ciência (NdC) e desenvolverem habilidades, como as de argumentar e autorregular o processo de aprendizagem (ANJOS; JUSTI, 2015).

Mas, por que ensinar também sobre Ciências na Educação Básica? Segundo Kosminsky e Giordan (2002) e Cachapuz, Gil-Pérez, Carvalho, Praia e Vilches (2005), alunos tendem a estereotipar a ciência e os cientistas. Para eles, a ciência produz conhecimentos verdadeiros, não passíveis de refutações e estáticos, enquanto os cientistas são malucos, gênios, do gênero masculino, usam jaleco e óculos, e trabalham sozinhos em laboratórios com o objetivo de realizar novas descobertas. Tais estereótipos: (i) são influenciados e/ou construídos a partir da cultura, de desenhos animados (MESQUITA; SOARES, 2008), filmes, televisão, jornais e livros didáticos de ciências (REIS *et al.*, 2006); e (ii) têm influenciado no desenvolvimento de habilidades, na tomada de decisões e na aprendizagem de ciências de alunos. Por exemplo, em um estudo conduzido por Sandoval e Millwood (2008), os autores buscaram investigar a relação entre as visões sobre Ciências de 33 alunos de 12-13 anos e suas qualidades argumentativas. Eles constataram que alunos que possuíam uma visão informada sobre Ciências argumentavam melhor do que aqueles que possuíam uma visão ingênua. Portanto, o resultado desse estudo fornece suporte empírico para afirmar que as visões sobre Ciências de alunos influenciam seus engajamentos em argumentação.

Mesmo reconhecendo a importância da inserção do ensino de NdC na Educação Básica, entendemos que saber como trabalhar os conteúdos científicos e sobre Ciências simultaneamente tem sido um desafio para professores brasileiros. Isso porque a maior parte dos professores não teve uma formação inicial que os possibilite trabalhar NdC em sala de aula (MARTINS, 2006; AZEVEDO; SCARPA, 2017); e/ou não tem tempo disponível para realizar cursos de formação continuada (nos quais tais aspectos poderiam ser discutidos) em virtude da necessidade de trabalhar em vários turnos e escolas (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2014).

Uma das propostas de promover esse ensino integrado em sala de aula envolve a utilização de casos históricos. Esses são constituídos de narrativas históricas, nas quais são inseridas questões que objetivam a discussão de determinados aspectos de NdC de forma integrada com o conhecimento científico (ALLCHIN, 2011). Tal proposta se justifica em função de poder contribuir para: (i) despertar o interesse dos alunos; (ii) humanizar os conteúdos; (iii) proporcionar uma melhor compreensão dos conceitos científicos mostrando seu desenvolvimento e evolução; e (iv) demonstrar que a ciência é mutável e dinâmica e que, conseqüentemente, o conhecimento científico atual é suscetível à transformação (MATTHEWS, 1994).

Visando contribuir para que professores da Educação Básica percebam a relevância dessa proposta e como ela pode ser aplicada em sala de aula, apresentamos, neste artigo, um relato de experiência que envolve a utilização de um caso histórico em um contexto regular de ensino.

OBJETIVO

Neste artigo, relatamos a aplicação de atividades que visaram favorecer o ensino de conteúdos científicos e de aspectos sobre Ciências a partir de um pano de fundo histórico relacionado à elaboração, ao desenvolvimento e à avaliação de modelos atômicos. A partir deste relato, discutimos sobre a aprendizagem de e sobre Ciências de alunos da Educação Básica.

CONTEXTO DO ESTUDO

Todas as informações apresentadas neste item foram obtidas a partir da imersão da primeira autora deste trabalho (também professora da escola) no campo.

Realidade da escola

O estudo aqui retratado foi desenvolvido em uma escola pública estadual de pequeno porte localizada em uma capital do sudeste brasileiro. Os alunos eram oriundos de uma das maiores comunidades carentes dessa cidade. A maioria deles apresentava bastante dificuldade de fazer operações matemáticas básicas; escrever e construir frases simples utilizando a linguagem formal; e interpretar textos simples. Eles também tinham problemas para seguir regras da escola como, por exemplo, respeitar os colegas e funcionários, realizar as tarefas solicitadas pelos professores, utilizar o uniforme etc. – aspectos que também exerciam influência no processo de ensino e aprendizagem. Um dos resultados desse quadro eram os índices de reprovação e evasão do ensino médio da escola: 26,4% e 11,1%, respectivamente.

Em geral, as aulas de várias disciplinas não eram atrativas para os alunos, pois eles apenas tinham que copiar o que havia sido escrito no quadro e ouvir o que professor tinha a dizer sobre o conteúdo. Segundo eles, suas opiniões e participações não eram consideradas como relevantes nas aulas. Além disso, para eles era difícil fazer todas as tarefas de todas as disciplinas em casa, visto que tinham que trabalhar para ajudar os pais financeiramente e/ou cuidar de seus irmãos.

Em relação aos professores, a maior parte deles trabalhava em duas ou mais escolas para sustentar suas famílias, o que influenciava na qualidade de suas aulas, uma vez que eles não se envolviam no planejamento e condução de atividades diferenciadas. Em conversas entre os professores, muito frequentemente eles admitiam lecionar da mesma forma durante vários anos em diferentes escolas. Alguns professores relatavam ter vontade de participar de cursos de formação continuada para melhorar suas práticas docentes, mas não possuíam disponibilidade para tal. Por outro lado, outros expressavam a não pretensão de participar de tais cursos, pois havia pouca valorização financeira na progressão da carreira de professor pela Secretaria de Estado de Educação.

A turma

As atividades foram aplicadas em duas turmas do segundo ano do Ensino Médio com idades entre 16 e 18 anos, sendo que uma delas era composta por 40 alunos e a outra por 20 alunos. Nas aulas de Química, os alunos estavam habituados a realizar atividades em grupos e a questionar seus colegas e a professora, bem como a argumentar. Isto porque, desde o ano anterior, situações que envolviam trabalhos em grupo e argumentação eram promovidas pela mesma professora.

A maior parte dos alunos era comprometida com a disciplina Química, aspecto evidenciado por dados apresentados e discutidos em uma reunião de fechamento anual das notas dos alunos segundo os quais o índice de faltas no ano de 2016 era baixo: em torno de 5% para ambas as turmas. O mesmo não era observado em outras disciplinas como, por

exemplo, Matemática e Inglês, em que as médias de faltas eram 15% e 20%, respectivamente, para ambas as turmas.

Além disso, segundo os alunos, o comprometimento com a disciplina Química estava associado ao modo como ela era ensinada. Eles relatavam que gostavam das aulas, pois nelas existiam espaços para que eles falassem, suas ideias eram discutidas com respeito e as atividades eram diferentes das promovidas pelos demais professores.

Neste artigo, devido à limitação de espaço, apresentamos os resultados da turma composta por 20 alunos.

A professora

A professora, além de ser licenciada em Química, era mestre em Educação e havia iniciado seu doutoramento também em Educação quando as atividades foram aplicadas. Naquela época, ela lecionava há três anos e em apenas um turno de aulas.

Desde o ano anterior, a professora buscava trabalhar os conteúdos conceituais químicos e fomentar habilidades cognitivas a partir de júris simulados, atividades experimentais simples, atividades de modelagem etc. Ela também conduzia aulas expositivas, mas estas eram de natureza dialógica. No entanto, até aquele momento, ela não havia conduzido discussões sobre Ciências em suas aulas. Isto também não havia acontecido nas aulas de outros professores da área.

Em função da variedade de atividades e considerando os objetivos específicos delas, as aulas de Química não ocorriam apenas na sala de aula, mas também em outros espaços da escola, como a sala de Informática (quando a internet funcionava), o espaço identificado como “laboratório de Ciências” (quando ainda funcionava) e a quadra esportiva (por ser um espaço maior e pouco utilizado). As atividades eram geralmente desenvolvidas em grupos e todo o processo vivenciado pelos alunos era avaliado. Além disto, a professora tentava estimular os alunos a serem criativos.

As atividades

As atividades foram elaboradas durante o ano de 2014 por licenciandos em Química que participavam de um programa de estímulo à docência (PIBID) de uma universidade pública federal. Seu objetivo era favorecer o ensino simultâneo de aspectos de NdC e de conteúdo conceitual químico para alunos do Ensino Básico.

As atividades foram desenvolvidas a partir do Modelo de Ciência para o Ensino de Ciências (MoCEC) proposto por Justi e Erduran (2015). Para essas autoras, a ciência pode ser caracterizada a partir de diferentes áreas de conhecimentos tais como História, Sociologia, Economia, Antropologia, Psicologia, Filosofia, Cognição etc. Nesse sentido, o MoCEC favorece a elaboração de uma visão ampla da ciência, isto é, com características que consideram a investigação científica, o papel e o status do conhecimento científico e de sua produção, o impacto desse conhecimento na sociedade e os cientistas como grupo social. Isso pode contribuir para o desenvolvimento de uma visão menos ingênua sobre Ciências.

As autoras ainda apontam que não é possível discutir todos esses aspectos de NdC a partir de um único olhar para a ciência ou em uma única oportunidade de ensino. Por isso, elas enfatizam que, para que alunos percebam a relevância e o significado desses aspectos, é essencial que os mesmos sejam introduzidos no ensino aos poucos e que eles sejam enfatizados explicitamente em vários momentos. Isto é coerente com a visão de que o Ensino de Ciências deve ser autêntico (GILBERT, 2004), isto é, de que situações educativas devem envolver os alunos em práticas científicas e no desenvolvimento de raciocínio científico. Além disso, segundo tais autoras, o tema/conteúdo científico discutido pode influenciar na mobilização de determinados aspectos de NdC associados às áreas da ciência. Isso pode significar que o conteúdo a ser abordado pode não contribuir para se discutir vários aspectos de NdC.

Cada atividade é composta por um texto que aborda os processos de elaboração, desenvolvimento e avaliação de um modelo atômico ao longo da história, considerando também aspectos pessoais da vida do cientista que o propôs. No Material do Professor, há sugestões de perguntas relacionadas ao conteúdo científico e a aspectos sobre Ciências possíveis de serem discutidos. Por exemplo, no texto sobre o modelo atômico de Dalton, são sugeridas questões como: Vocês acham que Dalton e outros cientistas trocavam informações sobre os estudos em desenvolvimento? Como vocês acham que funcionavam os meios de comunicação na época de Dalton? Existe ainda algum aspecto do modelo de Dalton que você não entendeu? O Material do Professor enfatiza que estas são apenas sugestões e que o professor tem a liberdade de propor novas questões e trabalhar o texto da forma que ele achar interessante para seus alunos como, por exemplo, a partir de um teatro, em que o professor poderia representar um dos cientistas; leitura do texto em grupos seguida de discussão; leitura participativa e dinâmica entre alunos e professor etc. Além das sugestões de perguntas relacionadas a cada texto, são também destacados os aspectos de NdC de cada área de conhecimento possíveis de serem discutidos com os alunos.

Aplicação das atividades

As atividades foram aplicadas após terem sido discutidos os conteúdos: propriedades físicas dos materiais, processos de separação de misturas e modelo cinético-molecular para os estados físicos dos materiais. Tais conteúdos foram trabalhados com base no livro didático Química, volume 1, de Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horto Machado, adotado na escola. Além disso, a condução das atividades pela professora estava ancorada na mesma perspectiva sobre Ciências utilizada para a elaboração das mesmas.

Outros detalhes sobre como cada atividade foi conduzida são apresentados na seção Resultados, uma vez que têm relação direta com os resultados obtidos. Assim, sua apresentação desvinculada dos resultados poderia dificultar o entendimento do leitor.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Coleta de Dados

Para coletar os dados, a professora fez um diário de campo das aulas em que aplicou as atividades. Após cada aula, ela registava: (i) o que havia sido discutido com os alunos; (ii) algumas falas e reflexões importantes dos alunos; (iii) suas reflexões sobre como havia planejado aplicar e como efetivamente aplicou cada atividade; e (iv) as mudanças que realizou nas atividades e o porquê disto. Além disso, ela registrou suas reflexões finais sobre o processo que vivenciou.

Além do diário de campo, a professora utilizou, com as devidas autorizações de todos os alunos, um gravador de áudio em algumas de suas aulas, em específico nas de apresentação de trabalhos avaliativos. Esse artefato não foi utilizado em outras aulas, uma vez que era difícil para a professora conduzir as aulas e aproximá-lo dos alunos.

Organização e Análise de Dados

Com base nas descrições presentes no diário de campo, nos artefatos produzidos pelos alunos e nas transcrições das aulas gravadas, elaboramos o relato de experiência apresentado na seção posterior. Os aspectos de NdC manifestados pela professora e pelos alunos, assim como as visões sobre Ciências dos alunos foram identificados e discutidos a partir do uso do MoCEC. No que diz respeito aos conteúdos científicos, eles foram avaliados como coerentes ou incoerentes a partir dos conhecimentos químicos das autoras 1 e 2, que são licenciadas em Química. Esse processo foi feito individualmente por cada autora e, em seguida, os resultados foram triangulados.

RESULTADOS

Compreensão das visões sobre Ciências dos alunos

Na primeira aula, a professora buscou investigar as visões sobre Ciências dos alunos a partir de questões como: “Como vocês acham que os cientistas trabalham?”; “Vocês acham que eles trabalham sozinhos ou em grupos?”; “Como é o dia-a-dia dos cientistas?”; “Cientistas possuem uma vida pessoal?”; “Vocês acham que o processo de construção do conhecimento por cientistas é rápido ou lento? Por quê?”; “O conhecimento construído é provisório ou não? Por quê?”. As atividades que seriam aplicadas não orientam o professor a buscar compreender as concepções dos alunos sobre Ciências e nem fornecem um questionário ou sugestões de questões para isso. Entretanto, a professora considerava que o conhecimento dessas concepções era importante para favorecer uma melhor condução do processo de ensino, o que poderia favorecer a aprendizagem dos alunos, como apontado, por exemplo, por Allchin (2011).

Ao responderem estas questões, os alunos disseram, principalmente, que os cientistas (i) trabalham sozinhos, todos os dias e o dia todo, em laboratórios de Química e/ou Biologia; (ii) fazem testes e, com isso, descobrem novas coisas; (iii) não possuem esposas e nem filhos. Apenas 15% dos alunos disseram que o processo de construção do conhecimento é provisório e demanda tempo.

Na sequência, os alunos foram questionados sobre a origem de suas concepções de cientistas e de ciências. Eles disseram que tais ideias vinham de filmes, desenhos animados (por exemplo, O laboratório de Dexter), livros didáticos de ciência (a partir de imagens ilustrando cientista com cabelo para cima, usando jaleco, com vidrarias contendo líquidos coloridos nas mãos).

Aplicação da Atividade 1

Após esta discussão inicial, a atividade 1 foi aplicada. Ela se baseia em um texto sobre o modelo de Dalton que relata sobre o contexto (época e local) em que Dalton viveu, sua trajetória acadêmica, o que o levou a propor um modelo atômico para a matéria, os modos como ele raciocinou neste processo, os experimentos que foram feitos e como foram conduzidos, bem como as influências de outros estudos e parcerias no desenvolvimento do conhecimento científico.

Para apresentar essa história, a professora optou por representar o papel de Dalton, como sugerido pela atividade. Os alunos pareceram ter gostado bastante disto, pois, começaram a se referir a ela como John Dalton nas discussões. Por exemplo, um dos alunos perguntou: “John Dalton, o senhor se casou?”.

Durante a apresentação da história, foram feitas algumas perguntas sugeridas pela atividade, às vezes com algumas modificações, além de outras como, por exemplo: “Agora que vocês sabem que não era só eu que estudava sobre a atmosfera, vocês acham que eu e esses outros cientistas trocávamos informações sobre nossos estudos? Como vocês acham que funcionavam os meios de comunicação na minha época?”; “Vocês acham que existe um método universal para construir conhecimento científico? Por quê?”; “Agora que vocês viram como os estudos de Newton ajudaram os meus e que eu trocava cartas com colegas de trabalho, vocês acham que cientistas trabalham sozinhos?”; “Vocês acham que é importante os cientistas publicarem suas ideias? Por quê?”; “A partir da história que contei, vocês acham que cientistas sempre acertam? Por quê?”. As modificações e acréscimos de questões foram necessários para favorecer uma melhor compreensão das questões por parte dos alunos e para possibilitar à professora explorar mais profundamente as visões deles sobre alguns aspectos de NdC.

Os alunos disseram que os cientistas trocavam informações via cartas e que essas demoravam muito tempo para chegar ao destino. Sobre a existência de um método universal, inicialmente houve uma divergência. Alguns alunos defenderam a existência de vários

métodos, enquanto outros afirmaram que havia apenas um. Essa questão foi solucionada quando uma aluna disse: “Para solucionar um problema matemático, podemos utilizar diferentes tipos de raciocínios. Vimos isso na aula de matemática, vocês lembram? Então, para se construir um conhecimento científico, cientistas podem utilizar métodos diferentes.”.

No que diz respeito às publicações de ideias, alguns alunos disseram que era importante que isso fosse feito, pois, caso contrário, outros cientistas poderiam “roubá-las”. Outros alunos deram ênfase à importância da publicação para o desenvolvimento das ideias na ciência. Por fim, eles relataram ter ficado surpresos ao perceber que cientistas erram e não trabalham sozinhos.

Nesse contexto, a professora também discutiu aspectos relacionados ao conteúdo químico que não eram destacados pela atividade, como: (i) os modelos que Dalton propôs para explicar o congelamento da água e a constituição atômica da atmosfera terrestre, de acordo com sua primeira e segunda teoria; (ii) os experimentos e dados obtidos por outros cientistas que foram fundamentais para embasar a ideia de Dalton de que o aumento da quantidade de um dos componentes em uma mistura gasosa não possui influência sobre a pressão de outro componente gasoso; e (iii) as inferências estabelecidas por Dalton que contribuíram para que ele conseguisse explicar as relações volumétricas de uma reação química. Em relação às inferências, elas foram estabelecidas conjuntamente pela professora e pelos alunos.

Após essa discussão, os alunos foram solicitados a identificar as ideias relacionadas à Ciência que haviam sido discutidas a partir do texto. Para eles, cientistas: trabalham colaborativamente; podem errar; podem expressar diferentes linhas de raciocínios e métodos para desenvolver o conhecimento; divulgam os conhecimentos que desenvolveram, e o conhecimento científico possui uma base empírica. A professora também solicitou que eles elaborassem um modelo para o átomo e o explicassem. Esta primeira atividade demandou 2 horas/aulas.

Aplicação da Atividade 2

Na terceira aula, foi aplicada a atividade 2. Inicialmente, os alunos foram solicitados a se reunir em grupos. Como orientado no Material do Professor, a tarefa era ler o texto sobre o modelo atômico de Thomson e identificar as ideias relativas à Ciência, em geral, naquela história. Ao responder, eles disseram que cientistas fracassam e que haviam concluído isto considerando a parte do texto que diz “Thomson desejava dar continuidade a seus estudos e, pensando nisso, ele fez seleção para uma bolsa de estudos em uma universidade inglesa. Contudo, sua tentativa foi malsucedida, como ele próprio relatou: ‘Fui malsucedido em minha primeira tentativa para adquirir uma bolsa de estudos em Trinity, nem mesmo fui qualificado para uma apresentação.’. Entretanto, ele conseguiu entrar para a universidade no ano seguinte e prosseguir seus estudos em Matemática e Física. Nesta época, ele estava com 19 anos.”.

Os alunos também destacaram que cientistas trabalham colaborativamente e publicam suas ideias. Para sustentarem tal afirmativa, eles utilizaram os seguintes trechos do texto: “Thomson foi grandemente influenciado pela teoria atômica de John Dalton” e “Thomson publicou um trabalho baseado no Tratado de Eletricidade e Magnetismo de Clerck Mawell”. Por fim, eles disseram que os cientistas realizam testes, bem como que o conhecimento demanda tempo para ser produzido. Eles sustentaram essas ideias utilizando a passagem do texto que menciona os vários testes que Thomson realizou e comparando as datas das publicações dos modelos de Dalton (apresentada na atividade 1) e Thomson (apresentada no texto).

Em seguida, mesmo não sendo recomendado pela atividade, a professora discutiu mais profundamente aspectos associados aos experimentos realizados por Thomson, em específico os dados obtidos por meio destes, para que os alunos pudessem compreender o conteúdo químico e outros aspectos sobre Ciências. Nesse contexto, ela questionou se o modelo de Dalton era capaz de explicar as observações obtidas e os alunos responderam

que não. Então, ela solicitou que eles elaborassem um possível modelo que fosse capaz de explicá-las. Os alunos tiveram dificuldades de realizar esta tarefa. Em função disso, a professora buscou interpretar os dados em conjunto com eles para que conseguissem elaborar o modelo. Tal discussão contribuiu para que a professora promovesse uma reflexão explícita sobre o papel de conhecimentos teóricos prévios na interpretação dos dados e para que os alunos elaborassem modelos. Em geral, eles propuseram modelos constituídos por esferas com cargas positivas e negativas.

Após a elaboração do modelo, ela pediu que os alunos o explicassem e identificassem o que ele era capaz de explicar que não era explicado pelo de Dalton, como sugerido pela atividade. Eles afirmaram que, contrariamente ao modelo de Dalton, o que eles propuseram era capaz de explicar fenômenos elétricos, uma vez que consideraram a existência de cargas positivas e negativas no átomo.

Ao final da aula, a professora apresentou o modelo proposto por Thomson e destacou as semelhanças e diferenças entre tal modelo e os propostos pelos alunos, aspecto não indicado pelo Material do Professor. Além disso, a partir das histórias do desenvolvimento dos modelos de Dalton e Thomson, ela explicou o papel de modelos de representar uma ideia, objeto, acontecimento, processo ou sistema, o que contribui para desenvolver o conhecimento científico.

Aplicação da Atividade 3

A atividade 3 foi aplicada na aula seguinte. Inicialmente, os alunos receberam o texto sobre o modelo de Rutherford e foi proposta a realização de uma leitura participativa, como orientado pelo Material do Professor. Tal opção foi feita visando favorecer um maior entendimento do texto e, conseqüentemente, uma maior compreensão do modelo e de aspectos de NdC associados à sua história. Durante a leitura, os alunos expressaram as seguintes ideias relacionadas à ciência presentes naquela história: cientistas possuem família (pais e irmãos), trabalham colaborativamente, realizam experimentos, não precisam ter sido ricos para fazer ciência, o conhecimento científico é provisório (pois resultados inesperados podem contribuir para que o conhecimento seja modificado) e seu desenvolvimento é lento.

A partir daquele texto, os alunos perceberam que algumas características da ciência se repetiram e ficaram surpresos em saber que cientistas que tiveram uma origem humilde se tornaram grandes personagens na história da ciência. Consideramos que essa surpresa se originou do fato de aqueles alunos serem de origem muito humilde e de eles já terem ouvido de muitas pessoas que eles não seriam capazes de construir um futuro melhor do que o de seus pais e familiares (como destacado em um relato informal de alguns alunos ocorrido em outra oportunidade).

A professora também buscou trabalhar mais profundamente o conteúdo químico apresentado no texto de maneira diferente do recomendado pelo Material do Professor. Para isso, ela apresentou o experimento conduzido por Geiger e Marsden e solicitou que os alunos justificassem cada material e instrumento utilizado a partir de questões, como: “Por que foi usado um contador?” “Por que a lâmina tinha que ser constituída de ouro?” “Por que foi utilizado um material de chumbo ao redor do material radioativo?”. Diferentes alunos expressaram que: (i) o contador seria fundamental para contar a quantidade de partículas que seriam emitidas pelo material radioativo e que atravessariam a folha de ouro; (ii) por ser bastante maleável, o ouro poderia ser transformado em uma lâmina de espessura muito fina; e (iii) o chumbo evitaria que as partículas alfa saíssem a não ser pelo orifício contido nele, o que contribuiria para determinar precisamente a quantidade de partículas emitidas.

Na seqüência, a professora pediu que os alunos pensassem nos possíveis resultados que seriam obtidos a partir desse experimento considerando o modelo de Thomson. Em geral, eles disseram que nenhuma partícula alfa atravessaria a lâmina de ouro e que elas sofreriam desvios em ângulos pequenos, em virtude de a carga positiva estar distribuída uniformemente pelo átomo. Depois disso, a professora apresentou os resultados observados, bem como perguntou aos alunos se o modelo de Thomson era capaz de explicá-los. Como

eles responderam que não, ela novamente solicitou que eles elaborassem um modelo que fosse capaz de explicar tais observações.

Apenas um dos modelos elaborados considerava a existência de espaço entre o núcleo carregado positivamente e os elétrons. Em geral, os alunos construíram modelos com elétrons bem próximos (“grudados”) do núcleo. Tais modelos foram socializados e analisados pelos colegas. Durante esta etapa, os alunos tiveram bastante dificuldade de perceber a existência de espaço no átomo. Tal percepção apenas aconteceu quando um dos alunos disse: “Considerem que a porta da sala seja o átomo. Para que eu consiga atravessá-la sem abri-la, é preciso que ela não seja toda maciça. Da mesma forma, para que a maioria das partículas atravesse o átomo, é necessário que haja um vácuo, pois, caso contrário, elas não o atravessaria.”

Em seguida, a professora buscou discutir questões (algumas sugeridas pelo Material do Professor) que explorassem a abrangência e as limitações dos modelos atômicos, como: “Que fenômenos o modelo de Dalton é capaz de explicar? Por quê?”; “Que fenômenos o modelo de Rutherford é capaz de explicar? Por quê?”; “O que o modelo de Rutherford é capaz de explicar que o de Thomson não é capaz? Por quê?”.

Inicialmente, os alunos tiveram dificuldades de responder algumas dessas questões. Mas quando a professora exemplificou alguns fenômenos, por exemplo, a condutividade elétrica, eles conseguiram identificar e explicar as limitações de cada modelo.

A partir dessa discussão, ela enfatizou que a divergência existente entre as previsões de resultados experimentais e os dados obtidos pode contribuir para a evolução do conhecimento científico, como evidenciado a partir da história do desenvolvimento do modelo de Rutherford. Nessa oportunidade, os alunos expressaram outros aspectos relacionados à ciência, tais como, teorias podem ser utilizadas para prever resultados e interpretar dados, modelos aceitos pela ciência possuem também limitações e modelos podem ser construídos para explicar fenômenos ou desenvolver outros conhecimentos científicos.

Trabalho avaliativo 1

Em função de, naquele momento, existirem apenas mais cinco aulas para finalizar o bimestre, a professora decidiu promover uma avaliação do que havia sido discutido até então, ao invés de abordar o modelo atômico de Bohr. Para a avaliação, ela propôs que os alunos apresentassem a história de cada modelo de uma forma criativa, explorando aspectos sobre ciência e conteúdo químico. Tal avaliação não consta como sugestão no Material do Professor.

Os alunos foram divididos em três grupos, por sorteio, e quatro aulas foram fornecidas para o desenvolvimento dos trabalhos, que seriam apresentados na aula posterior a essas. O intuito do sorteio foi possibilitar aos alunos trabalhar com colegas com os quais não estavam habituados a realizar tarefas escolares, o que poderia contribuir para que eles soubessem lidar melhor com as diferenças. Além disso, o trabalho em grupo poderia favorecer uma melhor compreensão dos conteúdos abordados (TORRES et al., 2004) e o desenvolvimento de autonomia, uma vez que eles deveriam tomar decisões relativas à própria aprendizagem (BROOKS; KORETSKY, 2011).

O grupo responsável pela história do modelo atômico de Dalton, propôs um Talk Show no qual os alunos convidaram John Dalton para ser entrevistado. Nos momentos específicos em que Dalton lembrava sua história, cenas eram passadas para o público assistir. Tais cenas evidenciavam aspectos de NdC contextualizados: Dalton trabalhando em grupo, realizando vários testes, compartilhando e discutindo seus resultados e conclusões com seus colegas e indo à igreja com amigos e familiares. Na entrevista do Talk Show, a entrevistadora buscou compreender mais profundamente o modelo atômico proposto pelo cientista, discutindo sobre a teoria que o fundamentava e os fenômenos que poderiam ser explicados por meio dele. Tanto a entrevista quando as cenas foram registradas em vídeo pelos próprios alunos.

O grupo que ficou incumbido de apresentar a história do modelo atômico de Thomson elaborou um documentário no qual a história do modelo era narrada em conjunto com cenas que exploravam simultaneamente os processos de elaboração, desenvolvimento e avaliação do modelo, assim como aspectos de NdC associados aos cientistas e ao desenvolvimento do conhecimento científico. O documentário foi gravado pelo grupo. Para os alunos, cientistas: possuem familiares e amigos, fracassam, estudam as ideias de outros cientistas, realizam vários testes, discutem os resultados dos testes com seus colegas de trabalho e divulgam suas ideias. Eles também ressaltaram que o conhecimento científico é elaborado a partir de bases empíricas e teóricas, é provisório, seu desenvolvimento é lento e que ele possui limitações. Sobre o conteúdo científico, o grupo abordou os experimentos e as interpretações dos dados que contribuíram para a elaboração do modelo de Thomson, assim como a abrangência e as limitações do mesmo.

Por fim, o grupo que ficou responsável pela história do modelo atômico de Rutherford produziu um telejornal apresentado ao vivo para os colegas da turma com algumas cenas gravadas. Neste, os apresentadores falaram um pouco sobre quem foi Rutherford, suas pesquisas e o reconhecimento que ele obteve em seu trabalho. Em relação à pesquisa, foi dada ênfase ao experimento realizado pelos orientandos de Rutherford, exibindo as interpretações dos dados e a construção do modelo a partir das mesmas. Para completar a história de elaboração, desenvolvimento e avaliação do modelo, os repórteres realizaram entrevistas que abordavam o modelo em si, suas limitações e sua abrangência. Tais reportagens foram exibidas para turma. Ao final do telejornal, os apresentadores mencionaram alguns aspectos de NdC relacionados aos cientistas, como o fato de eles possuírem família, trabalharem em grupos e realizarem experimentos. Eles também destacaram que: o conhecimento científico é provisório, possui limitações e bases empíricas e teóricas; seu desenvolvimento é lento e pode ocorrer a partir de divergências; e modelos exercem papel importante no desenvolvimento desse conhecimento.

Todos os grupos conseguiram elaborar propostas criativas e explorar o conteúdo químico coerentemente. Por outro lado, o último grupo não foi capaz de explorar os aspectos de NdC de forma contextualizada, isto é, associando-os à história de elaboração, desenvolvimento e avaliação do modelo atômico de Rutherford.

Ao final dessa etapa, a professora solicitou que eles avaliassem o trabalho. Alunos de todos os grupos relataram que ele foi bastante desafiador, visto que trabalhar em grupo não tinha sido fácil, principalmente porque os grupos eram constituídos por pessoas com as quais eles tinham pouca relação de amizade. Por outro lado, eles disseram que gostaram bastante de realizá-lo, como pode ser evidenciado pela fala de um dos alunos da turma: “Temos que ter mais trabalhos assim na nossa escola, é muito bom e a gente aprende mais.”

Aplicação da Atividade 4

Para aplicar a atividade 4, inicialmente foram discutidos os conteúdos relativos à radiação eletromagnética que são essenciais para se compreender o modelo atômico de Bohr como, por exemplo: os significados de radiação eletromagnética, comprimento e frequência de onda; como radiações magnéticas “transportam” energia; e como a energia se relaciona com comprimento e frequência de onda. Depois, a professora apresentou e explicou o espectro da luz visível, e exibiu um vídeo que mostrava o teste de chama com os compostos: KCl, SrCl₂, CuCl₂, NaCl, BaCl₂ e LiCl. Esse experimento foi utilizado visando que os alunos refletissem sobre as causas de emissão de energia e os possíveis motivos de os elétrons emitirem energias diferentes. A partir desta discussão, foram apontadas as limitações do modelo de Rutherford e foi solicitado que eles elaborassem um modelo capaz de explicar os dados obtidos a partir do teste de chama. Nessa etapa do processo, os alunos não tiveram dificuldade de construir modelos. Uma possível razão seria as oportunidades oferecidas a eles de interpretar dados e elaborar modelos em outros momentos desse processo. Em geral, eles construíram modelos semelhantes ao proposto por Bohr, especialmente por apresentarem um núcleo carregado positivamente e elétrons distribuídos em níveis de energia distintos.

Somente depois dessa etapa, a professora leu o texto sobre a história e caracterização do modelo de Bohr e pediu que os alunos identificassem as características da ciência atreladas à mesma, como orientado no Material do Professor. Ao responder, eles disseram que cientistas: possuem uma vida além da vida acadêmica, isto é, se casam, constituem família e disponibilizam tempo para ela; publicam suas ideias; trabalham em grupo; realizam experimentos; utilizam as ideias produzidas na ciência para desenvolver o conhecimento. Além desses aspectos, eles também destacaram que o conhecimento científico é provisório, possui bases empíricas e teóricas, e demanda tempo para ser desenvolvido e consolidado.

Por fim, os alunos foram questionados sobre as limitações e a abrangência do modelo de Bohr e sobre a existência de alguma dúvida sobre o conteúdo. Tais questões haviam sido sugeridas no roteiro da atividade. Os alunos disseram que o modelo de Bohr é capaz de explicar os diferentes tipos de radiação e as propriedades periódicas. No entanto, eles não foram capazes de apresentar as limitações do modelo, apesar de reconhecerem que ele as possuía. Portanto, podemos afirmar que os alunos reconheceram que aquelas ideias científicas eram abrangentes, mas possuíam limitações.

Ao longo de todo o processo de aplicação das atividades, a professora buscou enfatizar que um determinado modelo não descarta o anterior, além de trazer e/ou solicitar exemplos de uso dos modelos na atualidade. Nesse contexto, os alunos disseram que o modelo de Dalton é utilizado para explicar os estados físicos da matéria.

Depois desta discussão, foi proposto um segundo trabalho avaliativo, o qual não fazia parte das atividades originais.

Trabalho avaliativo 2

Como a professora tinha a intenção de obter mais indicativos sobre como os alunos percebiam a Ciência após o processo vivenciado, ela propôs um segundo trabalho avaliativo. Neste, os alunos deveriam elaborar uma história em quadrinhos que abordasse aspectos relacionados à ciência em geral, isto é, não necessariamente os que tivessem sido discutidos nas últimas aulas. As histórias em quadrinhos também não poderiam envolver o conteúdo de modelos atômicos, pois a professora julgava importante avaliar se os alunos eram capazes de associar alguns aspectos relacionados à ciência discutidos nas aulas em outros contextos. Além disso, sendo o contexto diferente do abordado anteriormente, os alunos poderiam não mobilizar os mesmos aspectos e/ou aspectos específicos do conteúdo de modelos atômicos (por exemplo, o papel dos modelos na ciência), bem como poderiam expressar outros.

Os alunos foram novamente divididos em três grupos, mas, desta vez, livremente escolhidos por eles. Foram disponibilizadas quatro aulas para os grupos desenvolverem o trabalho e uma aula para sua apresentação.

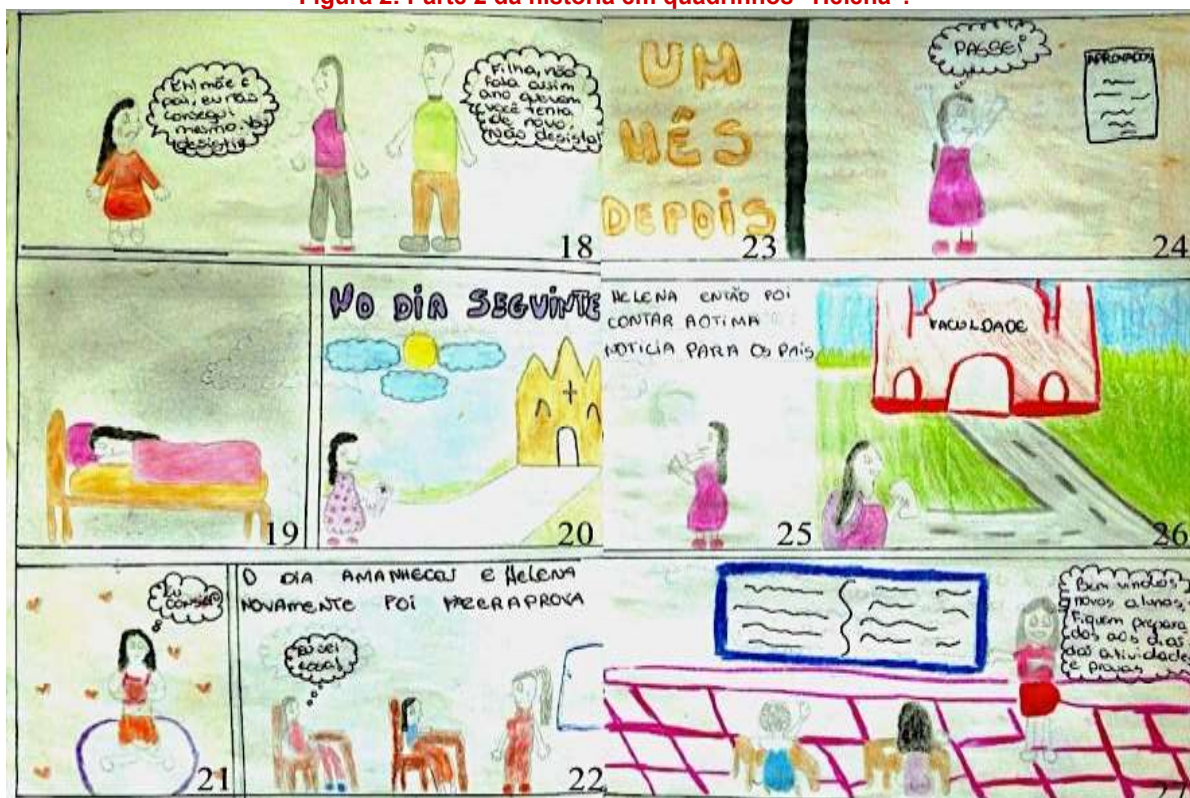
Um dos grupos elaborou uma história em quadrinhos intitulada “Helena”. Na história, são destacadas as fases da vida da personagem Helena quando esta era criança, adolescente e adulta. Nelas, Helena se diverte com amigos e familiares, namora, casa, se forma no ensino médio e na faculdade, faz pesquisa arqueológica e tem frustrações amorosas e profissionais. As figuras 1, 2 e 3 mostram partes do trabalho do grupo. O número indicado em cada quadrinho de cada figura representa a sequência cronológica original da história.

Figura 1: Parte 1 da história em quadrinhos "Helena".



Fonte: Autoria dos estudantes.

Figura 2: Parte 2 da história em quadrinhos "Helena".



Fonte: Autoria dos estudantes.

Figura 3: Parte 3 da história em quadrinhos “Helena”.



Fonte: Autoria dos estudantes.

Ao serem questionados sobre os aspectos relacionados à ciência que eles pretendiam explorar, um dos alunos respondeu: “Cientistas podem ser do sexo masculino ou feminino, trabalhar em grupo, ser reconhecidos, velhos ou novos, falhar, se frustrar, possuem uma vida normal, que dizer, têm amigos, se divertem, trabalham, alguns casam e constituem família, realizam experimentos, utilizam teorias para interpretar os dados, se aprofundam em estudos anteriores para evoluir seu trabalho. E também o processo de sua pesquisa pode ser bem demorado.”.

O segundo grupo desenvolveu uma história sobre o preconceito em relação ao cientista ser negro e homossexual. Nela, os alunos também mostraram cientistas se divertido, descansado, namorado, realizando experimentos, tendo frustrações com a pesquisa e colegas. As figuras 4, 5, 6 e 7 mostram partes do trabalho do grupo.

Figura 4: Parte 1 da história em quadrinhos “Preconceitos na Pesquisa”.



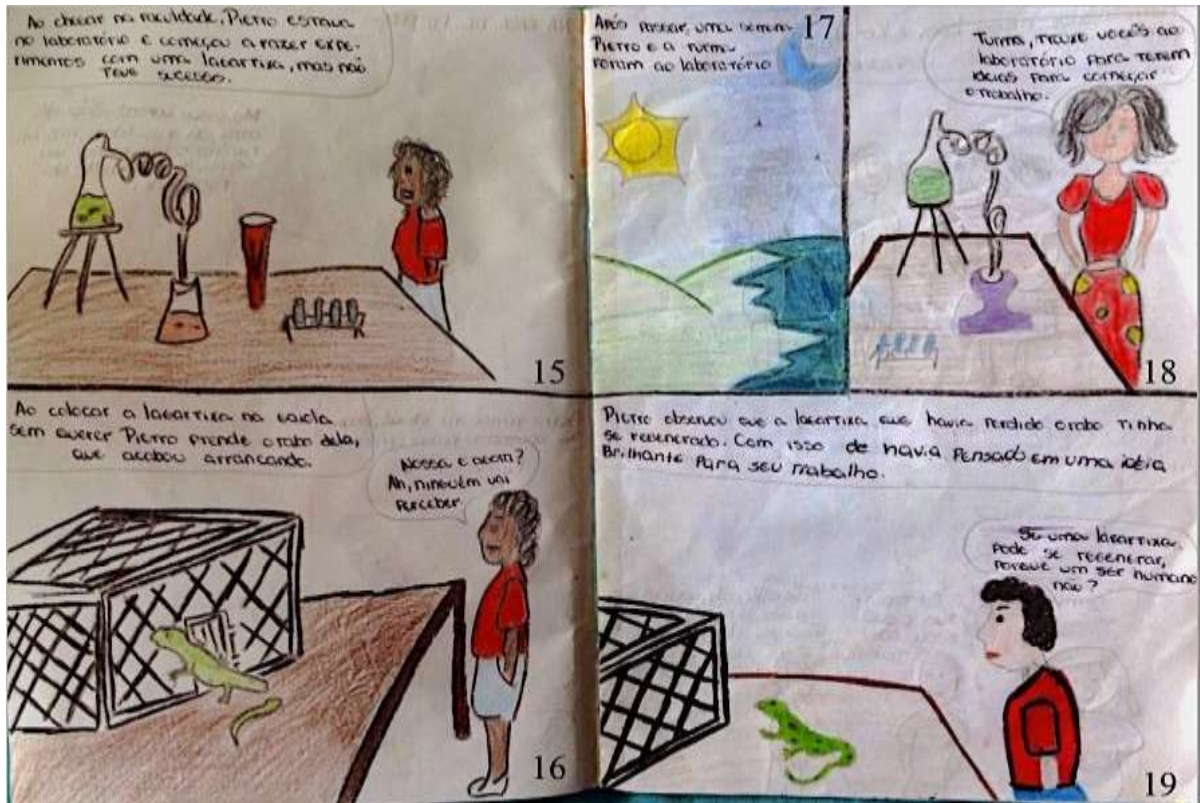
Fonte: Autoria dos estudantes.

Figura 5: Parte 2 da história em quadrinhos “Preconceitos na Pesquisa”.



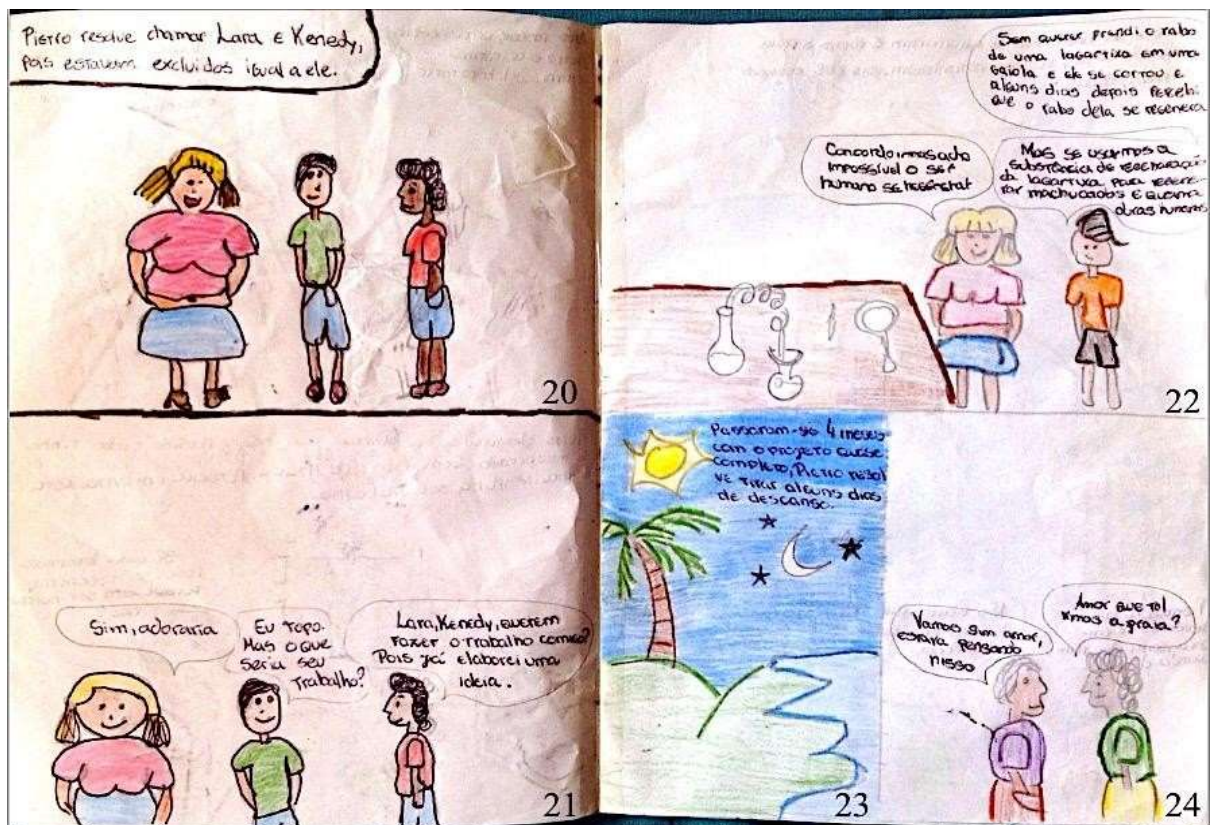
Fonte: Autoria dos estudantes.

Figura 6: Parte 3 da história em quadrinhos “Preconceitos na Pesquisa”.



Fonte: Autoria dos estudantes.

Figura 7: Parte 4 da história em quadrinhos “Preconceitos na Pesquisa”.



Fonte: Autoria dos estudantes.

Um dos alunos identificou os aspectos sobre a ciência que o grupo havia pretendido explorar: “A pesquisa demora um certo tempo para ser desenvolvida e cientistas podem ser negros, homossexuais, gordos ou magros, do sexo masculino ou feminino, sofrer preconceitos dos colegas de trabalho, realizam experimentos, interpretam os dados a partir de teorias, falham, realizam pesquisas em grupo nas faculdades, se divertem e descansam.”. Ao ser questionado sobre se a ciência está associada apenas às disciplinas Biologia e Química, outro aluno explicou: “Não. Colocamos essas disciplinas no nosso trabalho, pois o estudo que os cientistas estavam desenvolvendo envolvia essas áreas.”. O último questionamento envolveu o aspecto de as personagens estarem ou não no início da carreira acadêmica. Um dos integrantes do grupo respondeu: “Sim, são alunos que fazem iniciação científica. Eu lembro de você nos contar no ano passado sobre sua vida acadêmica e que essa foi uma das primeiras etapas.”.

Por fim, o terceiro grupo criou uma história em quadrinhos denominada “Os Cientistas em um Encontro no Céu”. Nesta, o grupo apresentou uma discussão entre Jesus, Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr que envolveu explicações de cada modelo e aspectos sobre os cientistas e seus egos. As figuras 8, 9, 10 e 11 apresentam partes do trabalho do grupo.

Figura 8: Parte 1 da história em quadrinhos “Os Cientistas em um Encontro no Céu”.



Fonte: Autoria dos estudantes.

Figura 9: Parte 2 da história em quadrinhos “Os Cientistas em um Encontro no Céu”.



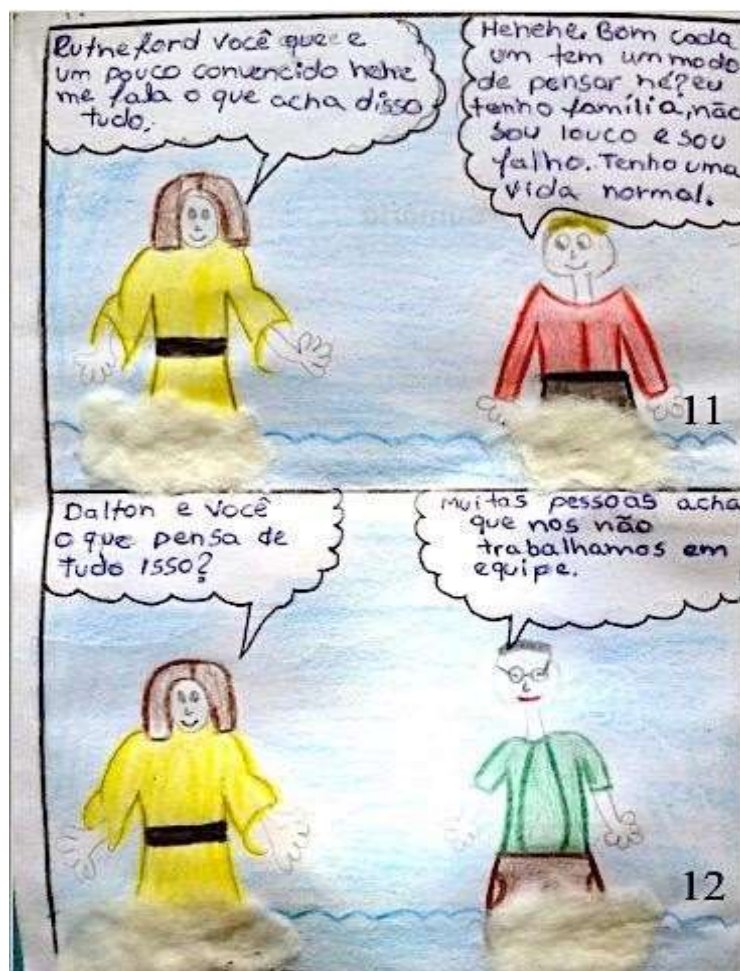
Fonte: Aatoria dos estudantes.

Figura 10: Parte 3 da história em quadrinhos “Os Cientistas em um Encontro no Céu”.



Fonte: Aatoria dos estudantes.

Figura 11: Parte 4 da história em quadrinhos “Os Cientistas em um Encontro no Céu”.



Fonte: A autoria dos estudantes.

A primeira questão feita a esse grupo solicitou uma justificativa para a história elaborada não envolver um conteúdo diferente do que havia sido abordado nas aulas anteriores. Depois de uma pequena pausa, uma das alunas disse “Não conseguimos pensar em outra coisa. Apesar do conteúdo ser o mesmo, o exploramos de outra forma.”. Na sequência, a professora perguntou quais aspectos sobre Ciências o grupo queria explorar a partir da história. Outra aluna respondeu: “Cientistas realizam experimentos, trabalham em grupo, falham, possuem uma vida normal, não são malucos, podem ser religiosos e se achar melhores do que outros. Também quisemos mostrar que o conhecimento evolui e que pessoas que são pobres podem se tornar cientistas se quiserem.”.

No final da aula, a professora pediu que alunos avaliassem todo o processo que haviam vivenciado durante o estudo dos modelos atômicos. No geral, eles disseram que gostaram bastante das discussões e trabalhos, pois perceberam que aprenderam sobre os modelos atômicos e mudaram suas visões sobre cientistas e a ciência. Além disso, eles ressaltaram que os trabalhos contribuíram para que desenvolvessem sua criatividade. Por fim, um dos alunos disse: “Professora, eu gostei muito de todo o processo, mas ao final dele eu já estava um pouco cansado. Acho que se tivéssemos finalizado a atividade na semana passada, eu não me sentiria assim.”. Vários colegas concordaram.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados apresentados evidenciam que os alunos foram ampliando suas visões de Ciências ao longo de todo o processo. Inicialmente, suas visões eram limitadas e ingênuas.

Por exemplo, eles destacavam que cientistas trabalham sozinhos, todos os dias e o dia todo, em laboratórios; que fazem testes e com isso descobrem novas coisas; que não possuem esposas e nem filhos; e que o conhecimento científico é estático e produzido de forma rápida. Essas visões estereotipadas de cientistas e ciências vão ao encontro das mencionadas, por exemplo, por Kosminsky e Giordan (2002) e Cachapuz, Gil-Pérez, Carvalho, Praia e Vilches (2005).

No primeiro trabalho apresentado pelos alunos, tivemos evidências de que tais visões se tornaram mais amplas e menos ingênuas, pois os alunos expressaram que:

os cientistas trabalham em grupo, falham, realizam vários testes, possuem familiares e amigos, uma vida além da vida acadêmica, isto é, se casam, constituem família e disponibilizam tempo para ela, utilizam teorias para interpretar os dados, constroem modelos para explicar fenômenos e desenvolver conhecimento científico e podem expressar diferentes linhas de raciocínios e métodos para desenvolver o conhecimento; e

o conhecimento científico é provisório, demanda tempo para ser construído e consolidado, possui limitações e abrangência e bases empíricas e teóricas.

Além desses aspectos, alguns grupos mencionaram que cientistas podem ter religião e origem humilde e que o conhecimento científico pode ser desenvolvido a partir de divergências. Tais aspectos estão associados às particularidades das histórias de cada modelo e cientista.

No último trabalho, notamos a expressão da maioria dos aspectos de NdC mencionados anteriormente, bem como a de outros: cientistas podem ser do sexo masculino ou feminino, homossexuais, novos ou velhos, negros, gordos ou magros, sofrer preconceitos, se divertir, ser reconhecidos e se frustrar nas áreas profissional e pessoal.

Os resultados obtidos neste estudo fornecem suporte à conclusão de vários outros realizados em diferentes países discutidos em Allchin, Andersen e Nielsen (2014), segundo os quais usar a história da ciência como recurso didático pode contribuir para que alunos desenvolvam visões mais sofisticadas sobre Ciências. Nesses estudos, os autores também constataram a expressão dos seguintes aspectos de NdC: o conhecimento científico é provisório e demanda tempo para ser desenvolvido e consolidado; cientistas erram, trabalham colaborativamente, podem realizar diferentes tipos de experimentos; e podem existir conflitos de interesses. Por outro lado, além desses aspectos de NdC, os alunos do estudo que conduzimos expressaram outros. Isso pode ter ocorrido em virtude da: (i) visão sobre Ciências que foi utilizada para construir as atividades e conduzi-las ser ampla, visto que caracteriza a Ciência a partir de diferentes áreas de conhecimentos; (ii) forma como a professora conduziu as atividades, isto é, buscando elaborar outras questões e diferentes tipos de avaliações; e (iii) natureza dos casos históricos. De acordo com Allchin (2014), casos históricos diferentes podem contribuir para explorar aspectos distintos de NdC.

Ao longo do processo aqui relatado, os alunos aprenderam também aspectos relevantes do conteúdo de modelos atômicos. Isso pode ser evidenciado nas discussões estabelecidas entre a professora e os alunos durante o processo de ensino do conteúdo químico de modelos atômicos, as quais contribuíram para que eles construíssem e avaliassem os modelos similares aos propostos pelos cientistas. Além disso, na primeira avaliação, cujo foco era a apresentação da história de cada modelo de uma forma criativa, tivemos também evidências de que os alunos aprenderam aspectos relacionados ao conteúdo modelos atômicos, uma vez que eles foram capazes de explorar adequadamente o conteúdo químico. Este resultado fornece suporte à ideia de Matthews (1994), Hodson (2009) e Allchin (2011) de que usar a história da ciência pode proporcionar uma melhor compreensão dos conceitos científicos, uma vez que ela destaca o desenvolvimento e a evolução do conhecimento científico.

Por fim, entendemos que a aprendizagem dos conteúdos científicos e de aspectos sobre Ciências foi influenciada pelo tipo das atividades e da perspectiva sobre Ciências na qual elas se basearam; pela maneira como as atividades foram aplicadas; e pelas

modificações que foram realizadas nelas. Sobre os dois últimos aspectos, avaliamos que eles foram influenciados pela convicção da professora de que o conhecimento sobre Ciências é tão importante ser aprendido na Educação Básica quanto o de conteúdos químicos e pelo fato de ter trabalhado com atividades previamente elaboradas. Isto contribuiu para que a professora, que nunca havia abordado NdC em suas aulas, não tivesse tantas dificuldades em conduzir o processo de ensino de e sobre Ciências e conseguisse promover mudanças nas atividades e na condução das mesmas quando sentia necessidade.

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

A partir do que foi apresentado sobre a aplicação das atividades e a visão sobre Ciências utilizada para elaborar e conduzir as atividades, é possível dizer que os alunos compreenderam aspectos relevantes do conteúdo do tema modelos atômicos e desenvolveram visões menos ingênuas e mais amplas sobre Ciências.

Em relação à experiência da professora na condução deste processo, ela relatou ter sido algo desafiador, pois foi a primeira vez que trabalhou sobre Ciências em suas aulas. Sua principal dificuldade foi administrar o tempo da aplicação das atividades, visto que foram utilizadas 16 horas/aulas para aplicá-las. Isso resultou em muitos alunos se sentirem desmotivados ao final do processo. Este resultado vai ao encontro do que Corrêa (2009) menciona sobre o tempo utilizado para desenvolver uma atividade poder afetar a manutenção da motivação dos alunos. Por outro lado, a professora relatou que foi gratificante para ela perceber que seus alunos estavam aprendendo sobre modelos atômicos e aspectos de NdC.

Esperamos que esse relato incentive professores da Educação Básica a desenvolver e/ou aplicar diferentes estratégias em suas salas de aula, a trabalhar não apenas o conteúdo conceitual químico (como acontece na maioria das escolas brasileiras), mas também a discutir aspectos sobre Ciências. Como evidenciado no relato aqui apresentado, isto favoreceu a aprendizagem ampla dos alunos o que, a nosso ver, é essencial para atingir o objetivo da Educação em Ciências de formar cidadãos letrados cientificamente.

Almejamos também que esse relato forneça elementos para que outros professores acreditem que é possível que alunos oriundos de comunidades carentes, com baixíssimo nível de aprendizagem e problemas para seguir regras da escola, aprendam conteúdos de e sobre Ciências.

Finalmente, esperamos que este relato motive pesquisadores a continuar desenvolvendo mais estudos sobre essa temática, visto que esses podem subsidiar a elaboração de materiais instrucionais, novas estratégias e abordagens de ensino que possam ser utilizados por professores da Educação Básica para favorecer aprendizagem de e sobre Ciências.

AGRADECIMENTOS

À escola, aos estudantes e seus responsáveis por permitirem que tal pesquisa fosse realizada. Em especial aos estudantes por terem se engajado na proposta.

À CAPES e ao CNPq pelos auxílios financeiros.

REFERÊNCIAS

ALLCHIN, Douglas. Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

ALLCHIN, Douglas. From Science Studies to Scientific Literacy: A View from the Classroom. **Science & Education**, v. 23, n. 9, p. 1911-1932, 2014.

ALLCHIN, Douglas; ANDERSEN, Hanne; NIELSEN, Keld. Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice. **Science Education**, v. 98, n. 3, p. 461-486, 2014.

ANJOS, Mary Mendes Oliveira; JUSTI, Rosária. Favorecendo a discussão de alguns aspectos de natureza da ciência. **Química Nova na Escola**, v. 37, n.1, p. 4-10, 2015.

AZEVEDO, Nathália Helena; SCARPA, Daniela Lopes. Um levantamento em larga escala das concepções de natureza da ciência de graduandos de biologia brasileiros e os possíveis elementos formativos associados. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, e2794, p. 1-28, 2017.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: SEMTEC-CNE, 2018.

BROOKS, Bill; KORETSKY, Milo. The influence of group discussion on students' responses and confidence during peer instruction. **Journal of Chemical Education**, v. 11, n. 88, p. 1477- 1484, 2011.

CACHAPUZ, Antonio; GIL-PEREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CORRÊA, Roberta. **Estudo do Perfil Motivacional para o Aprendizado de Química**. 2009. 172 f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

GILBERT, John. Models and Modelling: Routes to a more authentic science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 2, n. 2, p. 115-130, 2004.

HODSON, Derek. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 5, p. 541-562, 1992.

HODSON, Derek. **Teaching and Learning about Science: Language, Theories, Methods, History, Traditions and Values**. Rotterdam: Sense, 2009.

JUSTI, Rosária; ERDURAN, Sibel. Characterizing Nature of Science: A Supporting Model for Teachers. In: IHPST Thirteenth Biennial International Conference, 2015, Rio de Janeiro.

KOSMINSKY, Luis; GIORDAN, Marcelo. Visões de ciência e sobre o cientista entre estudantes do ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 15, n. 15, p. 11-18, 2002.

MATTHEWS, Michael. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science**. New York and London: Routledge, 1994.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: A História das Ciências e seus usos na educação. In: SILVA, Cibele Celestino (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 21-34.

MESQUITA, Nyuara; SOARES, Márlon. Visões de ciência em desenhos animados: uma alternativa para o debate sobre a construção do conhecimento científico em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p. 417-429, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas**. Washington: The National Academic Press 2012. Disponível em: <https://www.nmu.edu/seaborg/sites/DrupalSeaborg/files/UserFiles/Files/NGSS/NSTA_FRAMEWORK_Readers_guide11.pdf>. Acesso em 29 de jul. de 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. TALIS 2013 Results: An International Perspective on Teaching and Learning, OECD Publishing, 2014. Disponível em: <https://www.istruzione.it/allegati/2014/OCSE_TALIS_Rapporto_Internazionale_EN.pdf>. Acesso em 22 de nov. 2020.

REIS, Pedro; RODRIGUES, Sara; SANTOS, Filipa. Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do ensino básico: poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 1, p. 51-74, 2006.

SANDOVAL, William; MILLWOOD, Kelli. What Can Argumentation Tell Us About Epistemology? In: ERDURAN, Sibel e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, María Pilar. (Ed.). **Argumentation in Science Education-Perspectives from Classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer, 2008. p.71-88.

TORRES, Patrícia; ALCÂNTARA, Paulo; IRALA, Esrom. Grupos de consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem. **Revista Diálogo Educacional**, v. 4, n. 13, p. 129-145, 2004.