

## Uso da História da Ciência para Favorecer a Compreensão de Estudantes do Ensino Médio *sobre* Ciência

### Use of History of Science to Support High School Students' Understanding about Science

Monique Santos  Brasil

O presente artigo tem por objetivos apresentar uma proposta, fundamentada na perspectiva histórica, de inserção de Natureza da Ciência (NC) de maneira contextualizada na Educação Básica; e discutir como a aplicação de tal proposta favoreceu a compreensão dos estudantes *sobre* ciências. A proposta foi um júri simulado que envolvia aspectos históricos da Ciência e que teve como tema a vida pessoal e profissional de Marie Curie. A proposta foi desenvolvida em uma turma de 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública federal do sudeste do Brasil. As aulas nas quais ela foi desenvolvida foram registradas em vídeo e as falas dos estudantes foram transcritas. Para a análise, foi proposta e utilizada uma adaptação do perfil de Dimensões de Confiabilidade da Ciência como ferramenta de análise de dados. Com o auxílio de tal ferramenta, foi possível identificar e caracterizar os aspectos de NC que permearam as falas dos estudantes durante o júri simulado, assim como o modo que tais aspectos foram utilizados por eles para se posicionar. A partir da discussão dos resultados, foi possível concluir que a aplicação de tal proposta favoreceu a compreensão dos estudantes *sobre* ciências e contribuiu para uma alfabetização científica mais ampla, ou seja, para a formação de estudantes crítico-reflexivos.

**Palavras-chave:** História da Ciência; Natureza da Ciência; Júri Simulado.

The current paper aims to present a proposal of insertion of Nature of Science (NOS) in a contextualized way into Basic Education based on the historical perspective; and to discuss how the application of such a proposal did support students' understanding about science. The proposal was a mock trial that involved historical aspects of Science, and which had as its theme the personal and professional life of Marie Curie. The proposal was developed in a high school class from a federal public school in southeastern Brazil. The lessons in which it was developed were videotaped and the students' speeches were transcribed. For the analysis, an adaptation of the Dimensions of Reliability in Science profile was proposed and used as a data analysis tool. With the help of such a tool, it was possible to identify and characterize the aspects of NOS that permeated the students' statements during the mock trial, as well as how they used these aspects to position themselves. From the discussion of the results, it was possible to conclude that the

application of such a proposal supported students' understanding about science and contributed to a broader scientific literacy, that is, to the formation of critical-reflective students

**Keywords:** History of Science; Nature of Science; Mock trial.

## Introdução

Ao longo dos últimos anos, vários pesquisadores da área de Educação em Ciências têm investigado sobre a importância de se inserir Natureza da Ciência (NC) na Educação Básica (Abd-El-Khalick, 2012; Allchin, 2011, 2012, 2013, 2017; Irzik, & Nola, 2011, 2014; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002; Matthews, 2012). Alguns deles têm enfatizado a necessidade de a mesma ser abordada de maneira contextualizada, porque tal maneira pode contribuir para uma alfabetização científica mais ampla, ou seja, para a formação de estudantes crítico-reflexivos (Sasseron, & Carvalho, 2011). Isto porque, trabalhar os aspectos de NC de maneira contextualizada pode favorecer o desenvolvimento de uma visão mais ampla *sobre* ciências, ou seja, acerca dos processos de construção do conhecimento científico, tais como: produção, comunicação, avaliação, revisão, e validação.

Apesar de existir um consenso entre pesquisadores da área de Educação em Ciências sobre a importância de se inserir NC no currículo da Educação Básica, ainda não existe consenso sobre *o que e como* inserir (Allchin, Andersen, & Nielsen, 2014; Irzik, & Nola, 2011; Matthews, 1998). Isto pode estar relacionado à falta de consenso entre os pesquisadores da área sobre o que é Ciência. Apesar disso, com relação a *o que* inserir, alguns pesquisadores (por exemplo, Lederman, 2006; Lederman et al., 2002) acreditam que é possível e necessário elencar alguns aspectos de NC que sejam relevantes para tal propósito. Nessa perspectiva, Lederman e seus colaboradores propuseram uma lista de princípios, sobre os aspectos de NC que seriam consensuais na Ciência, e que deveriam ser inseridos no currículo escolar e, portanto, abordados na Educação Básica. São eles: *o conhecimento científico é provisório; o conhecimento científico tem caráter empírico; o conhecimento científico é norteado por teorias; o conhecimento científico é produto da criatividade e imaginação humanas; o conhecimento científico é influenciado pelos contextos cultural e social; existem diferenças entre observação e inferência; existem diferenças entre leis e teorias científicas* (Lederman, 2006).

Em contrapartida, alguns pesquisadores (por exemplo, Allchin, 2011, 2013, 2017; Irzik, & Nola, 2011, 2014; Matthews, 2012; Wong, & Hodson, 2010) criticam tal proposta, pois, segundo eles, os princípios apresentados na lista são, inquestionavelmente, características da Ciência. Entretanto, a Ciência não se restringe apenas a esses princípios. Para Allchin (2011, 2013, 2017), apresentar uma lista de princípios de maneira declarativa aos estudantes não contribui para uma alfabetização científica mais ampla. Isto porque a compreensão, a recordação e/ou a memorização da lista não auxiliam os estudantes a refletir, por exemplo, sobre as influências que o processo de construção do conhecimento científico pode exercer e/ou sofrer – o que poderia auxiliá-los a tomar decisões pessoais, ou participar de tomadas de decisão sociais, conscientemente. Em

outras palavras, aprender a lista, não contribui para uma compreensão funcional da Ciência. Para Irzik e Nola (2011, 2014) e Wong e Hodson (2010) a lista de princípios não considera a existência de diferentes áreas (por exemplo, Biologia, Física, Química etc.) e a especificidade de cada uma delas, isto é, a lista caracteriza a Ciência de maneira homogênea.

Com relação a *como* inserir aspectos de NC no ensino de ciências, alguns pesquisadores (por exemplo, Allchin, 2011, 2012, 2013, 2017; Allchin et al., 2014; Matthews, 2012) apontam como possibilidades o uso de propostas baseadas em casos históricos e/ou contemporâneos que abordem temas científicos e/ou sociocientíficos e de episódios da história da ciência, e atividades investigativas. Além disso, eles enfatizam a importância de os aspectos de NC serem trabalhados de forma integrada com o conhecimento científico, isto é, contextualizada, para que possibilite aos estudantes uma compreensão funcional da Ciência.

Tendo em vista o objetivo de contribuir para a promoção de um ensino de ciências que possibilite ao estudante uma compreensão funcional da Ciência, Allchin (2011, 2013, 2017) propôs o perfil de Dimensões de Confiabilidade da Ciência. Tal perfil é denominado Ciência Integral<sup>1</sup>, uma vez que o mesmo inclui todas as dimensões de confiabilidade nas práticas científicas (por exemplo, as relacionadas à observação, experimentação, investigação, análise de dados, validação de resultado, comunicação do conhecimento científico etc.). Segundo o autor, a denominação Ciência Integral pode ser compreendida como um modo de ver a Ciência de maneira holística. Portanto, para Allchin (2011, 2013, 2017), em vez de apresentar uma lista de princípios para os estudantes, seria mais adequado apresentar um perfil de dimensões (por exemplo, humanas, sociais, culturais, históricas, econômicas etc.) sobre como a confiabilidade pode ser alcançada à medida que o conhecimento científico se desenvolve e como é mantida ou não à medida que tal conhecimento se modifica. Tais dimensões podem ser consideradas aspectos de NC e, por esse motivo, podem ser utilizadas, por exemplo, para analisar os procedimentos envolvidos nas práticas científicas ou a validade do conhecimento produzido a partir delas, isto é, para entender como a Ciência funciona.

No livro *Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources*, publicado em 2013, baseado na perspectiva de Ciência Integral, Allchin apresenta uma coleção de estudos de casos históricos com a identificação dos aspectos de NC que podem emergir dos mesmos. Isto se mostra coerente, visto que o autor defende que a história deve ser utilizada em uma perspectiva de Ciência em construção. Nesta obra, ele apresenta algumas propostas nas quais os estudantes devem trabalhar em grupos diferentes estruturando ideias para se posicionar, por exemplo, a favor ou contra determinado ponto de vista e/ou afirmação científica. De acordo com o autor, em tais propostas, os estudantes devem ser apresentados a o que era conhecido em determinada época e como essas informações podem ser interpretadas a partir da perspectiva histórica.

---

<sup>1</sup> Optamos por utilizar a tradução do termo *Whole Science*, proposto pelo autor, por este ser um artigo publicado em periódico nacional.

A partir daí, eles poderiam interpretar e discutir alguma questão relativa ao tópico apresentado. Entretanto, até o presente momento (2018) não foram encontrados na literatura da área de Educação em Ciências relatos sobre o uso de casos baseados na perspectiva de Ciência Integral nos contextos de ensino de ciências.

## **Objetivos e Questões de Pesquisa**

Visando colaborar para a promoção de um ensino que possa contribuir para que os estudantes entendam o significado da Ciência, isto é, como ela funciona, é essencial que pensemos e desenvolvamos propostas de ensino coerentes. Nesta perspectiva, este artigo tem como objetivos (i) apresentar uma proposta de inserção de NC e a aplicação da mesma na Educação Básica; e (ii) utilizando o perfil de Dimensões de Confiabilidade da Ciência como ferramenta, identificar e caracterizar os aspectos de NC, que permearam a fala dos estudantes envolvidos na aplicação desta proposta, assim como o modo que eles são utilizados nesse contexto. Tais objetivos parecem relevantes devido à existência de poucas pesquisas que investiguem como estudantes utilizam aspectos de NC para se posicionar em discussões relacionadas à Ciência; e à inexistência (na literatura que conhecemos atualmente) de estudos que tenham utilizado o perfil de Dimensões de Confiabilidade da Ciência como ferramenta na análise de dados produzidos em um contexto regular de ensino de ciências. No geral, as pesquisas na área (por exemplo, Allchin, 2011, 2012, 2013, 2017; Allchin et al., 2014; Matthews, 2012) têm enfatizado o uso de propostas baseadas em casos históricos e/ou contemporâneos que abordem temas científicos e/ou sociocientíficos e de episódios da história da ciência, e atividades investigativas para pesquisar como os estudantes utilizam aspectos de NC para avaliar, por exemplo, a confiabilidade de afirmações científicas presentes em tais casos e/ou episódios e atividades.

Assim, nossos objetivos podem ser traduzidos nas seguintes questões de pesquisa: Quais aspectos de NC permearam a fala de estudantes do Ensino Médio ao se posicionarem em um júri simulado envolvendo aspectos históricos da Ciência? Como os estudantes utilizam tais aspectos de NC para se posicionar? Como o perfil de Dimensões de Confiabilidade da Ciência pode ser utilizado na análise de dados produzidos em um contexto regular de ensino?

## **Aspectos Metodológicos**

### **Contexto da pesquisa**

A pesquisa foi desenvolvida em uma turma do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública federal do sudeste do Brasil. Tal turma era composta por 31 estudantes, sendo 18 do sexo masculino e 13 do sexo feminino, todos na faixa etária de 15–17 anos. Essa pesquisa foi desenvolvida no início do 2º trimestre de 2017 pela professora dessa turma, que também é a autora deste artigo. Todos os procedimentos éticos adequados para a realização de pesquisas com estudantes desta faixa etária foram seguidos.

A professora tem lecionado em várias escolas desde 2012 e era professora substituta dessa escola nos anos de 2016 e 2017. Ela é licenciada em Química e mestranda em Educação na área de Educação e Ciências. Seus interesses de pesquisa incluem temas como História e Filosofia da Ciência (HFC) e Natureza da Ciência (NC). Por esse motivo, sempre que possível ela planeja e conduz suas aulas de modo a incluir tais temas. Ao longo do referido ano letivo, ela havia destacado e discutido alguns aspectos de NC, por exemplo, *progressividade* e *provisoriedade* do conhecimento científico, *não linearidade* do desenvolvimento do conhecimento científico, necessidade de *interação entre cientistas*, além das *influências* que a Ciência pode sofrer e/ou exercer em relação aos contextos social, cultural, histórico, político e econômico.

Todavia, em nenhum momento a mesma ministrou qualquer aula apresentando, por exemplo, uma lista de princípios sobre os aspectos de NC que seriam consensuais na Ciência (como proposto por Lederman 2006). Aspectos gerais relacionados à Ciência eram destacados e discutidos em meio aos conteúdos previstos para serem trabalhados de acordo com a ementa do curso, isto é, os mesmos foram trabalhados de modo explícito e contextualizado (como recomendado em Allchin, 2011, 2012, 2013, 2017; Allchin et al., 2014; Irzik, & Nola, 2011; Matthews, 2012).

## **Proposta**

A discussão de episódios históricos é um dos tipos de atividades apontadas pela literatura da área com potencial para promover debates em sala de aula (Justi, & Mendonça, 2016; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003). Por este motivo, a estratégia escolhida nesta proposta foi um júri simulado. Isto está de acordo com um dos objetivos da proposta, uma vez que tal estratégia deve ser adotada quando o objetivo é favorecer a compreensão, por parte dos estudantes, de que diferentes pontos de vista podem existir simultaneamente e de que um deles pode, dependendo do contexto, ser considerado mais adequado ou não se comparado ao outro.

A atividade júri simulado envolvendo aspectos históricos da Ciência teve como tema a vida pessoal e profissional de Marie Curie. Em especial, foram destacados o recebimento do Prêmio Nobel de Química de 1911 pela descoberta dos elementos Rádio e Polônio e o relacionamento de Marie Curie com Paul Langevin. Tal relacionamento teve grande repercussão e, diante dos fatos, e/ou de como eles foram interpretados na época, alguns cientistas renomados se manifestaram a favor ou contra Marie Curie receber aquele Prêmio Nobel.

A escolha dessa atividade e desse tema se deveu a três motivos principais. Primeiro, a crença de que usar a História da Ciência (HC) poderia favorecer a compreensão de alguns aspectos do conteúdo modelos para o átomo. Isto porque as proposições de alguns modelos atômicos e as contribuições e descobertas de Marie Curie aconteceram em um mesmo contexto histórico e, portanto, se relacionam. Então, conhecer tal contexto pode contribuir para que os estudantes entendam, por exemplo, a *provisoriedade* dos modelos propostos para o átomo, isto é, as mudanças que foram ocorrendo ao longo do

tempo em relação àquele conhecimento científico, ou o tempo despendido no processo de construção do conhecimento científico. Pensando em tal contexto, os estudantes podem refletir sobre como os fatos de Marie Curie ter contribuído na descoberta da radioatividade e de ter descoberto o elemento Polônio contribuíram para que Hans Geiger e Ernest Marsden pudessem fazer o experimento cujos resultados, não sendo explicados pelo modelo proposto por Joseph John Thomson, levaram à proposição do chamado modelo de Rutherford, como resultado de um trabalho em equipe. Segundo, possibilitar a discussão de vários aspectos de NC, permeados na fala dos estudantes, que podem favorecer a compreensão dos mesmos *sobre* ciências. Isto porque a variedade de aspectos que podem vir a permear a fala dos estudantes pode contribuir para desmistificar uma série de estereótipos presentes na Ciência, e conseqüentemente, para que eles desenvolvam uma visão mais ampla *sobre* ciências. Portanto, a discussão de tais aspectos pode contribuir para uma alfabetização científica mais ampla, ou seja, para a formação de estudantes crítico-reflexivos. Terceiro, a atividade destaca uma cientista do sexo feminino em um cenário no qual a Ciência era produzida por cientistas do sexo masculino. Isto poderia provocar e estimular os estudantes a participar das discussões, pois eles deveriam julgar se a vida pessoal de Marie Curie, no caso o fato de ela ter se relacionado com Paul Langevin, que era um homem casado, teria ou não influenciado em sua vida acadêmica, ou seja, se tal evento teria ou não alguma influência na outorga do Prêmio Nobel. Nesse sentido, os estudantes deveriam se posicionar pensando no contexto histórico vivenciado pela cientista, isto é, até 1911.

Antes de a professora apresentar a programação do 2º trimestre do referido ano letivo, ela enfatizou a importância de os estudantes saberem mais *sobre* a Ciência. Naquele contexto, ela destacou que a HC poderia contribuir para favorecer tal compreensão (como defendido por El-Hani, 2006; Forato, Braga, & Guerra, 2014; Martins, 2006; Matthews, 1992; McComas, 2008; Moura, & Guerra, 2016; Silva, & Guerra, 2015; Reis, 2015), e que, por isto, ela havia optado por trabalhar o conteúdo de modelos para o átomo em uma perspectiva histórica. Posteriormente, a professora apresentou a proposta do júri simulado e separou a turma em três grupos, sendo que 13 estudantes constituiriam o grupo com um ponto de vista e 13 o grupo com ponto de vista contrário ao anterior em relação à questão que seria apresentada a posteriori. Os demais 5 estudantes constituiriam o grupo do juiz e dos jurados. A divisão foi realizada de modo aleatório, buscando apenas dividir entre os grupos os estudantes que, em geral, tendiam a se manifestar com maior frequência durante as aulas, de modo que os grupos ficassem mais homogêneos em relação a este aspecto.

Após a definição dos grupos, a professora entregou um mesmo texto base para todos (adaptado por Derossi e Reis a partir de Reis, 2015). Tal texto apresentava informações gerais sobre a história de Marie Curie como, por exemplo, ano de nascimento e falecimento; país de origem; trajetória escolar até o ensino superior; mudança de país e de nome; contexto masculino da universidade em que estava inserida; discriminação por ser mulher ao ser indicada para receber seu 1º Prêmio Nobel em 1903 pela descoberta

da Radioatividade, em conjunto com seu esposo, Pierre Curie, e Henri Becquerel; discriminação por se relacionar com Paul Langevin, que era um homem casado e parceiro de laboratório; bem como detalhes de tal relacionamento e da repercussão do mesmo na outorga de seu 2º Prêmio Nobel, em 1911, pela descoberta dos elementos Rádium e Polônio. A professora leu o texto base juntamente com os estudantes e, ao final, apresentou a questão (subdividida em duas intimamente relacionadas) sobre a qual os estudantes deveriam se posicionar no júri simulado: *A vida pessoal da cientista Marie Curie teria influenciado em sua vida acadêmica? Por quê?*

A partir da leitura do texto base e da questão apresentada, a professora solicitou aos estudantes que procurassem outras fontes de informação que os ajudassem a elaborar argumentos<sup>2</sup>, embasados em evidências, para defender os dois pontos de vista diferentes. Ela também explicou aos estudantes, de modo simplificado, que argumentos embasados em evidências seriam argumentos bem fundamentados; e que os mesmos teriam 15 dias para se preparar para o júri simulado. Além disso, ela destacou que, independente do grupo do qual os estudantes fizessem parte (o que defendia ou o que não defendia que a vida pessoal da cientista teria influenciado em sua vida acadêmica, juiz e jurados), eles teriam que estudar e elaborar argumentos relacionados aos dois pontos de vista, uma vez que isto seria importante para ajudá-los a refutar os argumentos apresentados pelo grupo contrário. Finalmente, a professora destacou que o grupo do juiz e dos jurados tinha como tarefa adicional elaborar uma tabela de critérios para avaliar os argumentos apresentados por ambos os grupos e, a partir daí, chegar a um consenso que resultasse no veredito. Tal tabela deveria ser apresentada para a professora até dois dias antes do júri simulado, para que a mesma pudesse analisá-la e sugerir alguma mudança, caso necessário.

Sobre a dinâmica do júri simulado, a professora entregou por escrito e explicou aos estudantes que o júri ocorreria em uma sala de aula ambiente e em uma aula geminada (100 minutos). Deste tempo, 10 minutos seriam destinados à organização da sala de aula de modo que uma bancada ficasse de frente para a outra, e a bancada do juiz e dos jurados fosse disposta perpendicularmente a essas. Estando a sala de aula organizada e todos os estudantes em seus lugares, o juiz poderia autorizar o início da sessão e o grupo que defendia que a vida pessoal da cientista teria influenciado em sua vida acadêmica (Grupo I<sup>3</sup>) teria 15 minutos para apresentar seus argumentos. Em seguida, após a intervenção do juiz (que seria o responsável por cronometrar o tempo), o outro grupo, no caso o que defendia que a vida pessoal da cientista não teria influenciado em sua vida acadêmica (Grupo NI<sup>4</sup>), também teria 15 minutos para apresentar seus argumentos. Dando continuidade, o juiz faria nova intervenção e autorizaria o direito de réplica

---

2 Estamos adotando argumento de maneira ampla, como ideia expressa pelo estudante, uma vez que o objetivo deste artigo não é analisar os dados apresentados a partir da perspectiva da argumentação.

3 A sigla (I) foi adotada para nos referirmos ao grupo que defendia que a vida pessoal da cientista teria influenciado em sua vida acadêmica.

4 A sigla (NI) foi adotada para nos referirmos ao grupo que defendia que a vida pessoal da cientista não teria influenciado em sua vida acadêmica.

para o primeiro grupo em relação aos argumentos apresentados pelo segundo grupo; e para o segundo grupo em relação aos argumentos apresentados pelo primeiro grupo tanto na apresentação inicial dos argumentos quanto na réplica. Para esse momento seriam destinados 10 minutos. A tréplica foi proposta de modo semelhante à réplica, diferenciando apenas no tempo destinado para a ocorrência da mesma, que seria de 5 minutos. Durante os três momentos (apresentação inicial dos argumentos, réplica e tréplica) o juiz e os jurados estariam responsáveis por preencher a tabela de critérios para avaliar os argumentos apresentados pelos dois grupos, assim como por fazer anotações que achassem relevantes. Ao final do momento de tréplica, o juiz autorizaria um intervalo de 10 minutos para que ele e os jurados se retirassem da sala de aula, discutissem e atingissem um consenso, com base nos critérios presentes na tabela, sobre qual seria o veredito. Este seria apresentado em 10 minutos. Finalmente, os 10 minutos restantes seriam destinados à reorganização da sala de aula.

Após a apresentação da dinâmica do júri simulado, a professora enfatizou que os estudantes deveriam elaborar argumentos para se posicionar sobre a referida questão pensando no contexto histórico vivenciado por Marie Curie, isto é, até 1911. Além disso, ela solicitou que ambos os grupos entregassem seus argumentos por escrito para o juiz antes do intervalo da sessão. Assim, o grupo do juiz e dos jurados e poderia, se necessário, recorrer aos registros escritos (desde que o significado/sentido dos mesmos não tivesse sido modificado na fala), além de às suas próprias anotações, para subsidiar suas discussões. Para finalizar, a professora recomendou que os estudantes não deveriam ler seus argumentos no momento do júri simulado, e sim utilizá-los para interpretar os personagens (promotor, advogado, testemunha ou réu) do grupo do qual fizessem parte.

### **Coleta de dados**

O júri simulado ocorreu após 15 dias de preparação. Na data em que o júri ocorreu, a professora havia trabalhado com os estudantes sobre modelos para o átomo, especificamente até o modelo de Rutherford, proposto em 1911. Isto foi assim pensando e planejado, pois, desta maneira, os estudantes poderiam utilizar tais informações, uma vez que a proposição deste modelo ocorreu no mesmo contexto histórico do caso em discussão. Toda a atividade foi registrada em vídeo, visto que tal registro permite (i) analisar o processo e aspectos que frequentemente não são percebidos pela observação ao vivo; e (ii) perceber a modificação da qualidade, das características e das particularidades do objeto observado (Belei, Gimenez-Paschoal, Nascimento, & Matsumoto, 2008). Além disso, os argumentos por escrito, bem como a tabela de critérios, ambos elaborados pelos estudantes, foram recolhidos, pois a recolha de tais artefatos<sup>5</sup> poderia ajudar nos processos de análise (por exemplo, na transcrição do júri simulado), e de validação da mesma.

---

<sup>5</sup> Artefato é entendido aqui como um produto obtido por parte dos estudantes durante a participação do júri simulado.

Todas as autorizações necessárias para a coleta dos dados e divulgação dos resultados foram obtidas junto à escola, aos estudantes e aos seus responsáveis. Sendo coerente com as mesmas, neste artigo, todos os nomes pelos quais os estudantes são identificados são fictícios.

## **Análise de dados**

Para a análise dos dados, a professora e autora desse artigo assistiu ao vídeo e realizou a transcrição literal da fala dos estudantes ao longo do júri simulado. Durante a transcrição, ela recorreu aos argumentos entregues por escrito para conferir alguma informação difícil de entender ao escutar o áudio do vídeo, bem como para conferir alguns nomes citados ao longo do mesmo. Ao final da transcrição, foi anexada a tabela de critérios que foi recolhida e escaneada.

Para identificar e caracterizar os aspectos de NC que permearam a fala dos estudantes durante o júri simulado, assim como o modo que eles foram utilizados naquele contexto, foi utilizado o perfil de Dimensões de Confiabilidade da Ciência (Allchin, 2011, 2013, 2017). Tal escolha se deve ao fato de o mesmo ser constituído de aspectos de NC que poderiam ser usados como ferramenta de análise de dados oriundos do contexto do ensino de ciências. Tais aspectos se relacionam a: *Observações; Métodos de Investigação; Instrumentação; Padrões de Raciocínio; Dimensões Históricas; Dimensões Humanas; Interações entre Cientistas; Dimensões Socioculturais; Economia e/ou Financiamento; e Comunicação*. Segundo o autor, tal perfil inclui todas as dimensões de confiabilidade nas práticas científicas e, por esse motivo, ele o denomina Ciência Integral. Em suma, o que Allchin (2011, 2013, 2017) defende é que a análise dos procedimentos envolvidos nas práticas científicas ou a validade do conhecimento produzido a partir delas pode ser conduzida a partir dos aspectos de NC que constituem tal perfil.

Para esclarecer como foi realizada a identificação e caracterização dos aspectos de NC que permearam a fala dos estudantes ao participarem do júri simulado, apresentamos a caracterização dos aspectos de NC utilizados como ferramenta de análise de dados (Figura 1) e, em seguida, alguns exemplos de como a ferramenta foi utilizada. Tal caracterização foi embasada na lista ilustrativa (não exaustiva) apresentada por Allchin (2011, 2013, 2017) na proposição de sua ferramenta. Como nas diversas referências do autor os aspectos estão caracterizados de maneira um pouco diferenciada, identificamos a necessidade de caracterizar claramente os aspectos de NC, isto é, adaptar a ferramenta proposta por Allchin e, assim, tornar a ferramenta aplicável (funcional) (Figura 1).

Após a adaptação da ferramenta de análise (Figura 1), ou seja, da caracterização dos aspectos de NC utilizados na análise de dados, a mesma foi discutida com os membros do grupo de pesquisa do qual a pesquisadora participa, que conhecem e utilizam o referencial teórico de Allchin em outros trabalhos. Todas as dúvidas relacionadas à adaptação das ideias de Allchin foram esclarecidas, e só depois a análise foi realizada.

Aspecto	Caracterização
<i>Observações</i>	Observar está relacionado a direcionar a atenção para um foco específico, com o objetivo de investigar e/ou analisar o mesmo.
<i>Métodos de Investigação</i>	Estão relacionados às diversas metodologias possíveis de serem utilizadas ao longo de uma pesquisa científica.
<i>Instrumentação</i>	Está relacionada com o desenvolvimento de técnicas de medição, indicação, registro e controle de processos e à aplicação das mesmas.
<i>Padrões de Raciocínio</i>	Estão relacionados com os processos mentais que ocorrem durante a construção e uso do conhecimento científico pelo indivíduo.
<i>Dimensões Históricas</i>	Estão relacionadas com as mudanças que podem ocorrer ao longo do tempo com determinado conhecimento científico, assim como com os fatores que podem influenciá-las ou com como elas podem ser influenciados pelo contexto histórico.
<i>Dimensões Humanas</i>	Estão relacionadas diretamente com o indivíduo, por exemplo, com a sua personalidade, sua motivação, seja ela intrínseca e/ou extrínseca, seus sentimentos etc.
<i>Interações entre Cientistas</i>	Estão relacionadas aos diferentes modos de interação entre os cientistas, por exemplo, parcerias, contribuições e disputas durante o processo de construção do conhecimento científico.
<i>Dimensões Socioculturais</i>	Estão relacionadas com um conjunto de crenças sociais/culturais que envolvem, por exemplo, questões de gênero, raça, classe, nacionalidade, religião etc.
<i>Economia e/ou Financiamento</i>	Estão relacionados com o fato de as pesquisas científicas necessitarem de financiamento, com as instituições de fomento responsáveis por tal financiamento, e com conflitos de interesse.
<i>Comunicação</i>	Está relacionada com a habilidade de expressão, isto é, a capacidade que o indivíduo possui de expressar uma ideia usando qualquer modo de representação (verbal, visual etc.).

**Figura 1.** Caracterização dos aspectos de NC utilizados como ferramenta de análise de dados (adaptada de Allchin, 2011, p. 525, 2013, p. 24, 2017, p. 21)

Ao transcrevermos todos os diálogos ocorridos no júri simulado, as falas foram organizadas em trechos que correspondem à fala de um estudante na sequência em que foi expressa. Portanto, adotamos como unidade de análise esses trechos constituídos por uma ou mais frases ditas por um mesmo estudante. Em cada trecho transcrito, o estudante pode ter permeado mais de um aspecto de NC em sua fala. Além disso, um mesmo aspecto de NC pode ter sido caracterizado de modo diferente dependendo da mensagem que o estudante estava transmitindo, isto é, do sentido que ele atribuía àquele aspecto de NC. Nos momentos de apresentação inicial dos argumentos, réplica e tréplica, caracterizamos também como os estudantes utilizaram tais aspectos. Os trechos que apresentavam informações incorretas ou obtidas depois de 1911 foram desconsiderados para análise. Isto porque os estudantes haviam sido solicitados a elaborar argumentos para se posicionar sobre a questão norteadora do júri simulado pensando no contexto histórico vivenciado por Marie Curie, isto é, até 1911. Outros trechos que, por exemplo, eram perguntas realizadas para quem interpretou uma testemunha ou intervenções de quem interpretou o juiz também foram desconsiderados. Isto explica porque aspectos

de NC não foram identificados e caracterizados em todos os trechos analisados. Na sequência, são apresentados alguns exemplos de como os trechos foram analisados.

Bom dia senhora Meritíssima e senhores Jurados, e senhores (todos os presentes). Um fator importante no caso da senhora Marie está relacionado a como ela conseguiu seus conhecimentos. Os senhores sabem onde ela estudou? Ela estudou na escola pró-Polônia, que era uma faculdade, que é uma faculdade ilegal<sup>6</sup>. Então, como nós podemos crer no conhecimento de uma mulher que tem um diploma proveniente de uma faculdade que não é legalizada? Como os senhores (grupo NI) conseguem nos provar que ela não apenas utilizou do reconhecimento do marido para fazer parte do meio científico? E essa hipótese não pode ser descartada, já que estamos tratando de uma mulher imoral e sem ética, que se relaciona (bateu a mão na bancada do grupo NI) com um homem casado e que, coincidentemente era aluno de seu marido, falecido há pouco tempo. [Vitor, Trecho 2, Grupo I, apresentação inicial dos argumentos, *Interações entre Cientistas: questões morais e éticas & credibilidade*].

Neste trecho identificamos o aspecto *Interações entre Cientistas* e o caracterizamos como questões morais e éticas, visto que a moral orienta o comportamento do indivíduo diante das normas instituídas pela sociedade, e a ética tende a julgar o comportamento moral do indivíduo em sociedade. Tais questões são explicitadas no trecho quando Vitor (i) afirmou que Marie estudou em uma faculdade ilegal; (ii) questionou a forma como ela obteve seus conhecimentos e, por consequência, seu diploma; e (iii) informou que ela se relacionou com um homem casado. Caracterizamos tal aspecto também como credibilidade em função de Vitor ter levantado a hipótese de que Marie possa ter utilizado o prestígio de seu marido frente à comunidade científica para se inserir no meio científico. Assim, Vitor usou o aspecto *Interações entre Cientistas* para levantar uma questão e fundamentar o argumento baseado em questões morais e éticas, bem como para levantar uma hipótese fundamentada na credibilidade de um cientista.

Essa aluna (Marie Curie) que foi exemplar, essa aluna que cresceu, em todos os momentos, ela saiu de onde ela nasceu, foi para França, estudou. Ela gente, ela se alfabetizou sozinha, ela se alfabetizou sozinha! Então, é verídico, ela sim é uma mulher inteligente, ela sim é uma mulher capaz. Ela foi a primeira mulher a ser professora na universidade de Paris (apontou o dedo para os jurados e para o juiz), ela foi a primeira mulher a ser professora na universidade de Paris. E ela inclusive competiu (apontou o dedo para os jurados e para o juiz) para ser parte da Academia de Ciência da França, ela competiu com um dos maiores padres da época católica. Então, um dos principais adversários dela eram nacionalistas, católicos, e os antisemitas que eram xenofóbicos e não aturavam ela porque ela era polaca. Então isso não passa de um argumento xenofóbico apenas, não é por causa da ética moral dela. [José, Trecho 19, Grupo NI, apresentação inicial dos argumentos, *Padrões de Raciocínio: inteligência; Dimensões Socioculturais: questões de gênero & aversão aos estrangeiros; e Interações entre Cientistas: competição entre cientistas*].

---

6 Impedida de prosseguir seus estudos em nível superior devido ao fato de ser mulher, de acordo com a sua biografia, Marie Curie se envolveu com a Universidade Volante que era uma instituição de ensino clandestina devido ao fato de trabalhar com um currículo pró-Polônia e desafiar as autoridades russas ao admitir mulheres.

Neste trecho identificamos vários aspectos. Um deles foi *Padrões de Raciocínio*, que caracterizamos como inteligência, isto é, a capacidade de compreender e relacionar determinado conhecimento. Isto porque José explicitou de diversas maneiras a inteligência de Marie Curie, por exemplo, destacando que ela era uma aluna exemplar, que havia se alfabetizado sozinha, era inteligente, era capaz, e havia sido a primeira professora na universidade de Paris. Outro aspecto identificado foi *Interações entre Cientistas*, sendo o mesmo caracterizado como competição entre cientistas quando José afirmou que Marie Curie competiu com um padre famoso para se tornar membro da Academia de Ciência da França. Também foi identificado o aspecto *Dimensões Socioculturais*, sendo o mesmo caracterizado de duas maneiras distintas em função de o sentido atribuído por José para um mesmo aspecto ter sido diferente. Em vários momentos de sua fala, José enfatizou que se tratava de uma mulher, ou seja, de uma cientista do sexo feminino. Tal aspecto foi caracterizado como questões de gênero. Quando José afirmou que Marie Curie sofreu discriminação por ser polaca, o aspecto foi caracterizado como aversão aos estrangeiros. Todos esses aspectos expressos por José foram utilizados não apenas para apresentar os argumentos do grupo NI, mas também para tentar refutar os argumentos do grupo I, embasados na ideia de que Marie Curie não merecia o Prêmio Nobel de Química de 1911 pela descoberta dos elementos Rádium e Polônio por se tratar de uma mulher imoral e sem ética.

Após todos os trechos transcritos terem sido analisados desta maneira, os resultados foram discutidos com os membros de um grupo de pesquisa que conhecem e utilizam o referencial teórico de Allchin em outros trabalhos. Todas as dúvidas relacionadas à análise foram esclarecidas, originando os resultados apresentados e discutidos neste artigo.

## Resultados e Discussão

Optamos por apresentar os resultados e a discussão dos mesmos para cada momento específico do júri simulado. Acreditamos que a opção de tal formato pode facilitar ao leitor entender todo o processo ocorrido no júri, assim como os aspectos analisados.

### Apresentação inicial dos argumentos

O grupo I apresentou argumentos fundamentados na ideia de que Marie Curie era uma pessoa imoral e sem ética. Para isso, os estudantes questionaram a maneira como ela obteve seus conhecimentos, visto que a mesma estudou e obteve seu diploma em uma faculdade ilegal e se relacionou com Pierre Curie, que foi seu professor e esposo, e com Paul Langevin, casado, com filhos e ex-aluno de Pierre Curie, que eram cientistas. Foi questionada também sua real participação na descoberta da radioatividade e, portanto, seu merecimento do 1º Prêmio Nobel em 1903 pela descoberta da Radioatividade, em conjunto com seu esposo, Pierre Curie, e Henri Becquerel. Os estudantes levantaram a hipótese de que, motivado por questões sentimentais, Pierre Curie pode ter apenas

colocado o nome de Marie Curie na premiação por tal descoberta. Eles também levantaram a hipótese de que Marie Curie poderia estar interessada no valor do prêmio, uma vez que se tratava de uma pessoa imoral e sem ética. Para finalizar a apresentação inicial dos argumentos, os estudantes se valeram da importância do prêmio e de quem viesse a recebê-lo para se posicionar a favor da influência da vida pessoal de Marie Curie em sua vida profissional. Portanto, para eles, tudo que Marie Curie havia feito para obter seus conhecimentos teria sim influenciado no recebimento de seu 2º Prêmio Nobel, em 1911, pela descoberta dos elementos Rádium e Polônio, pois a mesma não era digna de tal honraria.

A Figura 2 apresenta os aspectos de NC identificados nas falas dos estudantes do grupo I, as categorias relacionadas aos mesmos de acordo com o sentido considerado por eles, as funções para as quais tais aspectos foram utilizados no posicionamento frente à questão norteadora do júri simulado, assim como a identificação dos trechos de acordo com a sequência em que eles foram expressos.

Aspecto	Categoria	Função	Trecho
<i>Observações</i>	Observações	Relatar como Becquerel fez seus experimentos e obteve dados para embasar a descoberta da radioatividade.	13
<i>Métodos de Investigação</i>	Métodos de investigação	Relatar como Becquerel fez seus experimentos e obteve dados para embasar a descoberta da radioatividade.	13
<i>Dimensões Históricas</i>	Episódio histórico	Relatar como Becquerel fez seus experimentos e obteve dados para embasar a descoberta da radioatividade e questionar o 1º Prêmio Nobel recebido por Marie Curie.	13
	Episódio histórico	Relatar a história de Alfred Nobel e da criação do Prêmio Nobel para questionar se Marie Curie merecia receber o 2º Prêmio Nobel.	14
<i>Dimensões Humanas</i>	Questões sentimentais	Levantar uma hipótese baseada em questões sentimentais.	3
	Questões sentimentais	Sustentar a hipótese levantada no trecho 3.	6
	Questões sentimentais	Fundamentar o posicionamento da Sorbonne de que não se sentia representada por Marie Curie, visto que a mesma se relacionou com Paul Langevin, e se posicionar positivamente em relação à questão norteadora do júri simulado.	11

**Figura 2.** Identificação das categorias e funções dos aspectos de NC identificados nas falas dos estudantes que se posicionaram a favor da influência da vida pessoal de Marie Curie em sua vida profissional, na etapa de apresentação inicial dos argumentos (continua)

Aspecto	Categoria	Função	Trecho
<i>Interações entre Cientistas</i>	Questões morais e éticas	Afirmar que Marie estudou em uma faculdade ilegal e, portanto, obteve seus conhecimentos e seu diploma de maneira ilegal e questionar se ela não utilizou do reconhecimento de Pierre para se inserir no meio científico visando fundamentar os argumentos baseados em questões morais e éticas.	2
	*Questões morais e éticas + Credibilidade <sup>7</sup>	Afirmar que Marie estudou em uma faculdade ilegal e, portanto, obteve seus conhecimentos e seu diploma de maneira ilegal e relacionar com a credibilidade conferida ao Prêmio Nobel e a quem o criou visando justificar o porquê de Marie Curie não merecer o recebimento do 2º Prêmio Nobel; e fundamentar os argumentos baseados em questões morais e éticas.	3
	Questões morais e éticas	Relatar que Marie era aluna de Pierre quando os dois iniciaram um relacionamento, e que a mesma se relacionou com um homem casado e com filhos, que havia sido aluno de seu falecido marido, para fundamentar os argumentos baseados em questões morais e éticas.	6 e 14
	Questões morais e éticas	Afirmar que Marie Curie agia sem ética e que, por isso, a Sorbonne não se sentia representada por ela.	8
	*Questões morais e éticas + Credibilidade	Fundamentar o posicionamento da Sorbonne de que não se sentia representada por Marie Curie, visto que a mesma se relacionou com um homem casado e com filhos, que havia sido aluno de seu falecido marido. Além disso, reconhecer e destacar o trabalho realizado por Pierre Curie com o objetivo de questionar se Marie Curie havia de fato realizado algo; e se posicionar positivamente em relação à questão norteadora do júri simulado.	11
	Questões morais e éticas	Afirmar que Marie Curie era oportunista.	13
	Credibilidade	Levantar uma hipótese baseada na credibilidade de um cientista.	2
	Credibilidade	Destacar a importância do Prêmio Nobel e o prestígio que o mesmo confere a quem o recebe.	8
	Credibilidade	Reconhecer o trabalho realizado por Becquerel.	13
	Credibilidade	Posicionar-se a favor da questão norteadora do júri simulado baseando-se na credibilidade do Prêmio Nobel e de quem o recebe.	14

**Figura 2.** Identificação das categorias e funções dos aspectos de NC identificados nas falas dos estudantes que se posicionaram a favor da influência da vida pessoal de Marie Curie em sua vida profissional, na etapa de apresentação inicial dos argumentos (continua)

<sup>7</sup> A marca (\*) foi utilizada para indicar que o sinal (+) foi utilizado quando a fala do estudante associa claramente tais categorias.

Aspecto	Categoria	Função	Trecho
<i>Dimensões Socioculturais</i>	Questões de gênero	Reafirmar que Marie Curie agia sem ética e que, por isso, a Sorbonne não se sentia representada por ela, e levantar a hipótese de que, pelo fato de Marie Curie agir sem ética, outros vencedores do Prêmio Nobel poderiam se sentir desprestigiados.	8
<i>Economia e/ou Financiamento</i>	Investimento	Apresentar o valor doado por Alfred Nobel para investir na criação da Fundação Nobel.	14
	Conflito de interesse	Levantar a hipótese do interesse de Marie Curie no valor do prêmio.	14
<i>Comunicação</i>	Publicação em jornais	Utilizar as cartas de amor trocadas entre Marie Curie e Paul Langevin que foram publicadas em jornais como provas para embasar o posicionamento da Sorbonne de que não se sentia representada por Marie Curie e se posicionar positivamente em relação à questão norteadora do júri simulado.	11

**Figura 2.** Identificação das categorias e funções dos aspectos de NC identificados nas falas dos estudantes que se posicionaram a favor da influência da vida pessoal de Marie Curie em sua vida profissional, na etapa de apresentação inicial dos argumentos (continuação)

Comparando as Figuras 2 e 1, observamos que apenas os aspectos *Instrumentação e Padrões de Raciocínio* não apareceram nos 7 dos 17 trechos analisados (que correspondem à fala de estudantes que representaram o juiz, promotores e testemunha – Trechos 2, 3, 6, 8, 11, 13 e 14). Isto mostra a variedade de aspectos de NC que os estudantes expressaram ao longo do júri simulado. Além da variedade, é possível perceber a frequência com que tais aspectos permearam a fala dos estudantes, bem como o sentido atribuído por eles para tais aspectos. Por exemplo, o aspecto *Interações entre Cientistas* foi identificado com maior frequência, tendo os estudantes atribuído ao mesmo os sentidos questões morais e éticas (6 vezes) e credibilidade (6 vezes). Tal frequência se mostra coerente com a principal ideia na qual o grupo I fundamentou seus argumentos para se posicionar, isto é, a de que Marie Curie era uma pessoa imoral e sem ética e que por isso não era digna de receber o 2º Prêmio Nobel em 1911, pela descoberta dos elementos Rádio e Polônio.

Em relação às funções atribuídas pelos estudantes aos aspectos de NC que permearam suas falas ao se posicionarem, também é observada uma variedade. Os mesmos utilizaram os aspectos para apresentar, reconhecer, e destacar informações; questionar; levantar e sustentar hipóteses; fazer afirmações e reafirmações; e justificar alguma ideia. Os estudantes utilizaram os aspectos de NC de maneiras variadas, porém com um mesmo objetivo: fundamentar seus argumentos para que, ao final da apresentação inicial dos argumentos, eles pudessem se posicionar. Os dados apresentados na Figura 2 explicitam isso quando, por exemplo, indicam trechos que apresentam afirmativas que fundamentam outras afirmativas apresentadas em trechos anteriores, ou trechos em que os estudantes levantam uma hipótese em um trecho e a sustentam em um trecho posterior.

O grupo NI apresentou argumentos fundamentados principalmente na ideia de que Marie Curie era uma pessoa inteligente e capaz. Para isso, os estudantes informaram que ela tinha se alfabetizado sozinha, era uma aluna exemplar, foi a primeira mulher a ser professora na universidade de Paris, e que havia se tornado membro da academia de Ciência da França competindo com outra pessoa de reconhecida competência. Além disso, eles relataram como funcionava a indicação ao Prêmio Nobel para, mais uma vez, reconhecer a capacidade de Marie Curie. Para os estudantes, tais argumentos seriam suficientes para provar que Marie Curie, com sua inteligência e capacidade, havia descoberto os elementos Rádio e Polônio e que, portanto, merecia ganhar seu 2º Prêmio Nobel em 1911, ou seja, que sua vida pessoal não teria influenciado em sua vida acadêmica. Além de apresentar seus argumentos iniciais, neste primeiro momento, o grupo NI também refutou os argumentos apresentados pelo grupo I que questionavam a participação de Marie Curie na descoberta da Radioatividade e que resultaram no recebimento de seu 1º Prêmio Nobel. Para isso, os estudantes informaram que Guglielmo Marconi recebeu seu Prêmio Nobel de Física em 1909 pelas contribuições para o desenvolvimento da telegrafia sem fio (rádio) a partir de estudos anteriores. Para complementar, eles informaram que Joseph John Thomson, que recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1906 pela descoberta dos elétrons, também havia se baseado em estudos anteriores, no caso, no modelo proposto por John Dalton, para propor seu modelo. A partir destes dois exemplos, eles destacaram que Marie Curie havia feito como Marconi e Thomson e, portanto, que não era uma pessoa imoral e sem ética pelo fato de ter se baseado em estudos anteriores, o que indicava que ela mereceu ter ganho seu 1º Prêmio Nobel.

A Figura 3 apresenta os aspectos de NC identificados nas falas dos estudantes do grupo NI, as categorias atribuídas aos mesmos de acordo com o sentido considerado por eles, as funções para as quais tais aspectos foram utilizados no posicionamento frente à questão norteadora do júri simulado, assim como a identificação dos trechos de acordo com a sequência em que eles foram expressos.

Comparando as Figuras 3 e 1, observamos que apenas os aspectos *Padrões de Raciocínio*, *Dimensões Históricas*, *Interações entre Cientistas*, e *Dimensões Socioculturais* apareceram nos 8 dos 9 trechos analisados (que correspondem à fala de estudantes que representaram o juiz e os advogados – Trechos 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 e 26). Isto pode ser melhor entendido considerando o sentido atribuído pelos estudantes para tais aspectos e a frequência com que eles foram identificados. Nas falas deste grupo, o aspecto *Padrões de Raciocínio* foi o mais frequente e o sentido atribuído ao mesmo pelos estudantes foi inteligência (6 vezes). Isto pode ser explicado pela repetição de um mesmo argumento para reforçar a ideia de que Marie Curie era uma pessoa inteligente e capaz e, portanto, merecia receber o 2º Prêmio Nobel. O aspecto *Dimensões Históricas* também foi identificado seis vezes, justamente porque o grupo NI se baseou no mesmo para refutar argumentos apresentados pelo grupo I.

Aspecto	Categoria	Função	Trecho
<i>Padrões de Raciocínio</i>	Inteligência	Relatar que Marie foi uma aluna exemplar, se alfabetizou sozinha, era inteligente e capaz, e foi a primeira mulher a ser professora na universidade de Paris para justificar e reforçar o porquê de Marie Curie merecer receber o 2º Prêmio Nobel; e refutar os argumentos baseados em questões morais e éticas.	19, 20, 21, 22, 23 e 25
<i>Dimensões Históricas</i>	Episódio histórico	Informar sobre o processo de indicação ao Prêmio Nobel para reconhecer o mérito de Marie Curie.	21
	Episódio histórico	Relatar a história de Alfred Nobel e da criação do Prêmio Nobel para afirmar que ele era um homem imoral e sem ética.	22
	Episódio histórico	Relatar a história de Marconi, que recebeu o Prêmio Nobel pelas contribuições para o desenvolvimento da telegrafia sem fio (rádio) a partir de estudos anteriores.	24
	Episódio histórico	Complementar a ideia de se basear em estudos anteriores para refutar o argumento que questiona o merecimento do 1º Prêmio Nobel recebido por Marie Curie.	25
	Progressividade	Destacar que é necessário muito tempo para se fazer Ciência, isto é, que o conhecimento científico se modifica aos poucos.	25
	Episódio histórico	Complementar a ideia de se basear em estudos anteriores utilizando o exemplo de Thomson para refutar o argumento que questiona o merecimento do 1º Prêmio Nobel recebido por Marie Curie, e que a mesma era uma pessoa imoral e sem ética.	26
<i>Interações entre Cientistas</i>	Competição entre cientistas	Relatar que Marie competiu com um padre famoso da época para se tornar membro da Academia de Ciência da França, visando fundamentar a justificativa de porque Marie Curie mereceu receber o 2º Prêmio Nobel.	19
	Questões morais e éticas	Justificar a afirmação de que Alfred Nobel era um homem imoral e sem ética.	23
	Credibilidade	Reconhecer o trabalho realizado por Marie Curie.	21, 23 e 25
<i>Dimensões Socioculturais</i>	Questões de gênero	Destacar que se tratava de uma cientista mulher.	19
	Aversão a estrangeiros	Levantar a questão xenofóbica para enfraquecer os argumentos baseados em questões morais e éticas.	19

**Figura 3.** Identificação das categorias e funções dos aspectos de NC identificados nas falas dos estudantes que se posicionaram contra a influência da vida pessoal de Marie Curie em sua vida profissional, na etapa de apresentação inicial dos argumentos

Em relação às funções atribuídas pelos estudantes aos aspectos de NC que permearam suas falas ao se posicionarem, não é observada uma variedade como aconteceu nas falas do grupo I. O grupo NI utilizou os aspectos para apresentar, complementar, reconhecer, e destacar informações; fazer afirmações e reafirmações; e justificar alguma ideia. Isto pode ter acontecido pelo fato de o grupo ter se preocupado em refutar a posição do outro grupo em um momento reservado para apresentação inicial dos argumentos, ao invés de fazer isto no período destinado à réplica. Além disso, os dados apresentados na Figura 3 explicitam a dificuldade do grupo NI em refutar. Isto fica claro, por exemplo, em relação ao aspecto *Dimensões Históricas*. No trecho 24, o grupo trouxe um exemplo de um cientista que se baseou em estudos anteriores. Entretanto, isto não foi relacionado com o fato de Marie Curie ter feito a mesma coisa na descoberta da Radioatividade, o que só foi feito no trecho 25. A outra conclusão decorrente da inserção do exemplo de que a mesma não poderia ser considerada uma pessoa imoral e sem ética por tal motivo só foi explicitada no trecho 26. É importante destacar que, neste caso, os estudantes utilizaram um argumento de mesma natureza<sup>8</sup>, isto é, *Dimensões Históricas*, para refutar a ideia expressa no trecho 13 apresentado na Figura 2.

Em relação à variedade de aspectos de NC que foram identificados e caracterizados nas falas dos estudantes de ambos os grupos, fica evidente que não foi a quantidade de trechos analisados, aqueles nos quais aspectos de NC foram identificados e caracterizados, que a determinou. Isto porque 8 dos 10 aspectos presentes na Figura 1 permearam as falas dos estudantes do grupo I, enquanto no grupo NI apenas 4 aspectos de NC permearam suas falas, apesar de o mesmo ter tido mais trechos nos quais aspectos de NC foram identificados e caracterizados.

## Réplica

No momento de réplica, o grupo I manteve seus argumentos fundamentados na ideia de que Marie Curie era uma pessoa imoral e sem ética. A Figura 4 apresenta os aspectos de NC identificados nas falas dos estudantes, as categorias atribuídas aos mesmos de acordo com o sentido considerado por eles, as funções para as quais tais aspectos foram utilizados no posicionamento frente à questão norteadora do júri simulado, assim como a identificação dos trechos de acordo com a sequência em que eles foram expressos.

A Figura 4 evidencia a presença de aspectos que já haviam sido identificados e categorizados nas falas dos estudantes, no momento de apresentação inicial dos argumentos. Porém, para alguns desses aspectos como, por exemplo, *Dimensões Humanas e Dimensões Socioculturais*, um novo sentido foi atribuído pelos estudantes. Esses aspectos que foram utilizados em uma outra perspectiva tiveram a função de fundamentar e reforçar os argumentos baseados em questões éticas e morais apresentados no momento de apresentação inicial dos argumentos.

---

<sup>8</sup> Estamos adotando argumento de mesma natureza como ideia expressa pelo estudante relacionada a um mesmo aspecto de NC, e o contrário para argumento de natureza diferente.

Aspecto	Categoria	Função	Trecho
<i>Dimensões Históricas</i>	Episódio histórico	Relatar a história de Alfred Nobel e da criação do Prêmio Nobel para retomar a discussão da questão norteadora do júri simulado; e enfraquecer a ideia expressa no trecho 22.	29
	Episódio histórico	Relatar que naquela época o modelo aceito para o átomo era o de Rutherford, na tentativa de enfraquecer a ideia expressa no trecho 26. Entretanto, tal ideia foi expressa em relação ao 1º e não ao 2º Prêmio Nobel.	30
<i>Dimensões Humanas</i>	Princípios	Fundamentar os argumentos baseados em questões éticas e morais segundo os quais Marie Curie foi uma mulher sem princípios.	36
<i>Interações entre Cientistas</i>	Questões morais e éticas	Enfraquecer os argumentos baseados na inteligência de Marie Curie, visto que os fins não justificam os meios.	28 e 31
<i>Dimensões Socioculturais</i>	Religião	Fundamentar e reforçar os argumentos baseados em questões éticas e morais, segundo os quais adultério é pecado.	34, 51 e 52

**Figura 4.** Identificação das categorias e funções dos aspectos de NC identificados nas falas dos estudantes que se posicionaram a favor da influência da vida pessoal de Marie Curie em sua vida profissional, na réplica

Por outro lado, no momento da réplica também foram identificados e categorizados aspectos como, por exemplo, *Dimensões Históricas* e *Interações entre Cientistas*, que permearam a fala dos estudantes no momento de apresentação inicial dos argumentos e com o mesmo sentido atribuído por eles. Entretanto, os estudantes utilizaram tais aspectos de modo diferente tendo em vista que o objetivo dos mesmos, no momento da réplica, era refutar as ideias expressas pelo outro grupo. Por exemplo, para enfraquecer os argumentos do grupo NI fundamentados na ideia de que Marie Curie era uma pessoa inteligente e capaz e que, por estes motivos, ela merecia ganhar seu 2º Prêmio Nobel, os estudantes afirmaram que os fins não justificavam os meios. Para isso, eles utilizaram argumentos de natureza diferente, pois recorreram ao aspecto *Interações entre Cientistas* relacionado a questões morais e éticas [Trechos 28 e 31] para refutar os argumentos referentes ao aspecto *Padrões de Raciocínio* relacionado à inteligência [Trechos 19, 20, 21, 22, 23 e 25]. Também foram utilizados argumentos de mesma natureza para enfraquecer o argumento referente ao aspecto *Dimensões Históricas* relacionado ao episódio histórico sobre a história de Alfred Nobel e a criação do Prêmio Nobel [Trecho 22] quando os estudantes lembraram o objetivo do júri simulado [Trecho 29], indicando que tinham clareza de que a questão discutida era sobre Marie Curie e não sobre Alfred Nobel. Isso foi possível porque, ao apresentar tal argumento [Trecho 22], o grupo NI não fez a relação de que se Alfred Nobel, criador do Prêmio Nobel, era imoral e sem ética, não haveria problema uma pessoa imoral e sem ética receber tal prêmio. Outro argumento de mesma natureza foi apresentado no trecho 30, quando os estudantes lembraram que, naquela época, 1911, o modelo vigente para o átomo era o de Rutherford. Tal

argumento foi apresentado na tentativa frustrada de enfraquecer a ideia expressa pelo outro grupo no trecho 26, pois a ideia expressa em tal trecho estava relacionada ao 1º e não ao 2º Prêmio Nobel.

No momento de réplica, o grupo NI se preocupou em interrogar uma das testemunhas (Madame Langevin), assim como em desclassificar e/ou refutar alguns dos argumentos apresentados por essa e pelas demais testemunhas apresentadas pelo grupo I (Diretor da Sorbonne, que representava a universidade em que Marie Curie obteve seu doutorado; Madame Langevin, que representava a esposa traída de Paul Langevin; e um padre, que representava a igreja). A Figura 5 apresenta os aspectos de NC identificados nas falas dos estudantes, as categorias atribuídas aos mesmos de acordo com o sentido considerado por eles, as funções para as quais tais aspectos foram utilizados no posicionamento frente à questão norteadora do júri simulado, assim como a identificação dos trechos de acordo com a sequência em que eles foram expressos.

Aspecto	Categoria	Função	Trecho
Dimensões Históricas	Episódio histórico	Relatar que o estado era laico para refutar os argumentos baseados em religião.	44 (protesto) e 83
<i>Dimensões Humanas</i>	Princípios	Desqualificar a testemunha (Madame Langevin), visto que, segundo o Código Penal Francês, a mesma cometeu um crime ao roubar as cartas de amor trocadas entre Marie Curie e Paul Langevin.	61 e 67
Interações entre Cientistas	*Questões morais e éticas + Credibilidade	Desqualificar a testemunha (Diretor da Sorbonne), visto que, Marie Curie obteve doutorado na instituição no qual o mesmo é diretor.	84
Dimensões Socioculturais	Religião	Apresentar interpretações distorcidas (convenientes) de versículos da Bíblia para tentar enfraquecer os argumentos do outro grupo baseados em religião.	75

**Figura 5.** Identificação das categorias e funções dos aspectos de NC identificados nas falas dos estudantes que se posicionaram contra a influência da vida pessoal de Marie Curie em sua vida profissional, na réplica

A Figura 5 evidencia a presença de um aspecto, *Dimensões Humanas*, que ainda não havia sido identificado e caracterizado nas falas dos estudantes pertencentes ao grupo NI no momento de apresentação inicial dos argumentos. O sentido atribuído a tal aspecto, ajudou os estudantes do grupo a desqualificar a testemunha (Madame Langevin) apresentada pelo grupo I. A Figura 5 evidencia também a presença de um aspecto, *Dimensões Históricas*, que já havia sido identificado e categorizado nas falas dos estudantes, no momento de apresentação inicial dos argumentos, porém uma nova informação foi relacionada ao mesmo. Tal aspecto, além de ter sido relacionado a uma nova informação, foi utilizado de duas maneiras diferentes. Primeiro como forma de protesto, no momento em que o grupo I apresentou sua réplica e, segundo, para refutar

os argumentos baseados em religião [Trechos 34, 51 e 52]. Também foram identificados e categorizados no momento da réplica aspectos como, por exemplo, *Interações entre Cientistas e Dimensões Socioculturais*, que permearam a fala dos estudantes no momento de apresentação inicial dos argumentos e com o mesmo sentido atribuído por eles. Entretanto, os estudantes utilizaram tais aspectos de modo diferente, tendo em vista que o objetivo dos mesmos, no momento da réplica, era refutar as ideias expressas pelo outro grupo. Por exemplo, para refutar argumentos relacionados ao aspecto *Dimensões Socioculturais*, os estudantes utilizaram argumentos de natureza diferente relacionados ao aspecto *Dimensões Históricas*. Porém, antes de conseguirem de fato refutar tais argumentos, os estudantes utilizaram argumentos de mesma natureza [Trecho 75] e interpretações distorcidas (convenientes) de versículos da Bíblia, para tentar enfraquecê-los. No trecho 84, os estudantes utilizaram outro argumento de mesma natureza referente ao aspecto *Interações entre Cientistas* relacionado a questões morais e éticas e credibilidade para desqualificar a testemunha que representou o diretor da Sorbonne. Isto porque Marie Curie obteve seu doutorado na instituição que o mesmo representava e dizia não se sentir representado por Marie Curie [Trecho 11].

### Tréplica

Durante a tréplica, o grupo I novamente manteve seus argumentos fundamentados na ideia de que Marie Curie era uma pessoa imoral e sem ética. A Figura 6 apresenta os aspectos de NC identificados nas falas dos estudantes, as categorias atribuídas aos mesmos de acordo com o sentido considerado por eles, as funções para as quais tais aspectos foram utilizados no posicionamento frente à questão norteadora do júri simulado, assim como a identificação dos trechos de acordo com a sequência em que eles foram expressos.

Aspecto	Categoria	Função	Trecho
<i>Dimensões Humanas</i>	Princípios	Fundamentar e reforçar o argumento relacionado com religião, visto que, segundo o capítulo 4 no Código Penal Francês de 1890, adultério era considerado crime.	96 e 104 (protesto)
<i>Dimensões Socioculturais</i>	Religião	Informar que o Rei da Suécia realiza a entrega do Prêmio Nobel, visando refutar a informação de que o estado é laico.	91

**Figura 6.** Identificação das categorias e funções dos aspectos de NC identificados nas falas dos estudantes que se posicionaram a favor da influência da vida pessoal de Marie Curie em sua vida profissional, na tréplica

A Figura 6 evidencia a presença de aspectos que já haviam sido identificados e categorizados nas falas dos estudantes, no momento de apresentação inicial dos argumentos e réplica, por exemplo, *Dimensões Humanas* e *Dimensões Socioculturais*. Entretanto, novas informações foram relacionadas aos mesmos no momento de tréplica. O aspecto *Dimensões Socioculturais* relacionado à religião, além de ter sido associado a uma nova informação, foi utilizado para refutar os argumentos que foram apresentados

pelo grupo NI, no momento da réplica, para refutar argumentos baseados em religião [Trechos 44 e 83]. O aspecto *Dimensões Humanas* relacionado a princípios, além de ter sido relacionado à uma nova informação, foi utilizado como forma de protesto, no momento em que o outro grupo apresentou sua tréplica, assim como para refutar as ideias expressas pelo outro grupo nos trechos 44 e 83 referentes ao aspecto *Dimensões Históricas*. Para que os estudantes conseguissem refutar tais ideias, eles tiveram que relacionar ideias que permeavam diferentes aspectos de NC. Para isso, eles apresentaram ideias relacionadas ao aspecto *Dimensões Humanas* com o objetivo de fundamentar e reforçar as ideias, apresentadas anteriormente por eles, relacionadas à religião, referentes ao aspecto *Dimensões Socioculturais*. Para finalizar, os estudantes apresentaram um síntese final de todos os argumentos apresentados ao longo do júri simulado e os utilizaram para se posicionar defendendo que a vida pessoal da cientista Marie Curie teria influenciado sua vida profissional.

O grupo NI utilizou o momento da tréplica apenas para sintetizar brevemente os argumentos apresentados ao longo do júri simulado. De acordo com os estudantes, o fato de Marie Curie ser uma pessoa inteligente e capaz era suficiente para que a mesma fosse merecedora de seu 2º Prêmio Nobel. Portanto, para os estudantes do grupo NI, a vida pessoal da cientista Marie Curie não teria influenciado sua vida profissional.

### **Veredito**

O veredito resultou da avaliação dos argumentos apresentados pelos dois grupos com base na tabela de critérios elaborada pelo grupo do juiz e dos jurados. Tais critérios foram:

- *Argumentação*: argumentos baseados em evidências, vocabulário adequado, e coerência com o tema/assunto;
- *Organização*: modo de organização, respeito ao tempo de fala, e não interromper quem estava falando; e
- *Desenvoltura*: preparação/postura, clareza na apresentação dos argumentos, e conhecimento sobre o tema/assunto.

O grupo do juiz e dos jurados chegou ao consenso de que o grupo I havia apresentado argumentos que atenderam de forma positiva aos critérios de avaliação, principalmente ao critério *Organização*. Portanto, a decisão final foi que a vida pessoal de Marie Curie havia influenciado sua vida profissional e, portanto, a mesma não merecia receber seu 2º Prêmio Nobel.

Tal veredito se mostrou coerente com os dados apresentados. De fato, ao longo de todo o processo foi possível observar que o grupo I se organizou, ou seja, se preparou melhor do que o grupo NI. No momento de apresentação inicial dos argumentos, o grupo I se preocupou em apresentar suas ideias associadas a várias informações, todas elas baseadas na ideia de que Marie Curie era uma pessoa imoral e sem ética. A variedade

de informações se refletiu na variedade de aspectos de NC que permearam as falas dos estudantes, assim como na variedade de sentidos atribuídos por eles e nos modos como eles os utilizaram (como evidenciado nas Figuras 2, 4 e 6). Diferentemente, no momento de apresentação inicial dos argumentos, o grupo NI já se preocupou em refutar os argumentos apresentados pelo outro grupo. Isso pode explicar o fato de o grupo NI ter expressado ideias relacionadas a menos aspectos de NC, se comparado ao outro grupo, e, conseqüentemente, ter embasado suas ideias em menos aspectos de NC. Além disto, nos momentos de réplica e tréplica, o grupo I apresentou novas informações e atribuiu novos sentidos aos aspectos de NC já utilizados anteriormente, além de ter conseguido relacionar mais aspectos de NC ao utilizar argumentos de uma ou mais natureza(s) diferente(s) para refutar argumentos apresentados pelo outro grupo. O grupo NI, além de apresentar novas informações e atribuir novos sentidos aos aspectos de NC presentes em suas falas anteriores com menor frequência se comparado ao outro grupo, apresentou um aspecto que ainda não havia sido identificado no momento de apresentação inicial dos argumentos. O grupo NI também conseguiu relacionar aspectos de NC ao utilizar argumentos de natureza diferente para refutar argumentos apresentados pelo outro grupo, porém com menor frequência se comparado ao outro grupo.

Uma hipótese para explicar tal diferença na organização dos grupos é que o grupo I tenha se preparado mais por ter que se posicionar de forma contrária ao que aconteceu na história. Por se tratar de um júri simulado que envolvia uma questão histórica, o posicionamento tinha que levar em conta o contexto histórico. Tal hipótese está de acordo com Allchin (2013) quando ele afirma que realizar um júri simulado no contexto de ensino não é algo fácil, pois requer muita preparação por parte dos estudantes, principalmente daqueles que irão defender ideias que não são aceitas atualmente.

Uma curiosidade sobre a organização dos estudantes é que os mesmos optaram por participar do júri simulado a caráter. Além disto, partiu deles, no caso dos estudantes que faziam parte do grupo I, a ideia de apresentar testemunhas, por exemplo, diretor da Sorbonne que apresentou uma nota oficial com o posicionamento da universidade, Madame Langevin que interpretou uma senhora traída, e o padre, portando um crucifixo, que utilizou a Bíblia para apresentar versículos que continham a informação de que adultério era pecado. Além disso, os estudantes que fizeram parte do grupo do juiz e dos jurados) providenciaram o malhete, objeto que seria utilizado pelo juiz para bater sobre a bancada quando o mesmo fosse fazer alguma intervenção.

## **Conclusões e Implicações**

Retomando os três motivos para a proposição da atividade, podemos concluir que todos foram contemplados. Em relação ao primeiro, a crença de que usar a História da Ciência poderia favorecer a compreensão de alguns aspectos do conteúdo modelos para o átomo, os estudantes de ambos os grupos utilizaram tal conteúdo em suas falas, demonstrando, também, que compreenderam que é necessário tempo para construção do conhecimento científico. O segundo, possibilitar a discussão de vários aspectos de

Natureza da Ciência que podem favorecer a compreensão *sobre* ciências, foi observado ao longo de todo o júri simulado, pois os estudantes utilizaram uma variedade de aspectos de NC ao expressar suas ideias. Considerando os aspectos apresentados na Figura 1, apenas o aspecto *Instrumentação* não foi identificado nas falas dos estudantes ao longo do júri simulado. Uma possível explicação para isto é que o contexto, mais especificamente o episódio histórico selecionado, não tenha favorecido a utilização desse aspecto. O terceiro objetivo da atividade, destacar uma cientista do sexo feminino em um cenário no qual a Ciência era produzida por cientistas do sexo masculino, provocou e estimulou os estudantes a participar da discussão. Porém, apesar de o aspecto de NC relacionado a questões de gênero ter permeado algumas das ideias expressas pelos estudantes, ele não foi explorado como poderia ter sido, por exemplo, se a questão norteadora do júri simulado fosse discutida à luz do contexto contemporâneo, isto é, com informações disponíveis depois de 1911.

Ainda em termos da utilização da proposta em um contexto regular de ensino, apesar de o júri simulado ser uma estratégia frequentemente utilizada para produção de dados a serem analisados na perspectiva da argumentação (Cavagnetto, 2010; Justi, & Mendonça, 2016; Osborne, 2007), este não foi o objetivo deste artigo. Entretanto, ao desenvolver tal proposta com os estudantes e, ainda, de acordo com alguns relatos dos próprios estudantes ocorridos antes, durante e após o júri simulado, identificamos<sup>9</sup> que a participação na atividade contribuiu para o desenvolvimento da argumentação dos mesmos.

A literatura da área aponta a importância de se inserir aspectos de Natureza da Ciência na Educação Básica de maneira contextualizada (Abd-El-Khalick, 2012; Allchin, 2011, 2012, 2013, 2017; Irzik, & Nola, 2011, 2014; Lederman et al., 2002; Matthews, 2012). Isto porque tal maneira pode contribuir para uma alfabetização científica mais ampla, ou seja, para a formação de estudantes crítico-reflexivos (Sasseron, & Carvalho, 2011). Ao apresentarmos e discutirmos os dados produzidos e analisados foi possível visualizar quais aspectos de NC permearam a fala dos estudantes e como eles utilizaram tais aspectos para se posicionar em um júri simulado que envolvia aspectos históricos da Ciência. As Figuras 2 a 6 evidenciam a variedade de aspectos que permearam as falas dos estudantes, bem como os diferentes sentidos atribuídos a tais aspectos e os diversos modos como os mesmos foram utilizados. Estes resultados evidenciam que os estudantes relacionaram tais aspectos para se posicionar em relação à questão norteadora da proposta, e indicam que participar do júri simulado pode ter contribuído para que eles compreendessem o significado de Ciência e como ela funciona. Portanto, usar a História da Ciência, mais especificamente um episódio histórico, na atividade aqui analisada, propiciou condições para que vários aspectos de NC emergissem na fala dos estudantes e os mesmos fossem discutidos de maneira contextualizada, o que pode ter contribuído para uma alfabetização científica mais ampla, ou seja, para a formação de estudantes crítico-reflexivos.

---

<sup>9</sup> Lembramos que a pesquisadora era a professora da turma.

Neste artigo, buscamos trazer uma contribuição ao ensino de ciências a partir da apresentação do desenvolvimento de uma proposta fundamentada em uma perspectiva histórica com potencial de favorecer a compreensão *sobre* ciências de estudantes do Ensino Médio. Mas, principalmente, buscamos trazer uma contribuição para a pesquisa na área de Educação em Ciências a partir da apresentação da análise realizada, em função de seus aspectos inéditos. Assim, utilizando como ferramenta o perfil de Dimensões de Confiabilidade da Ciência (Allchin, 2011, 2013, 2017), realizamos: (i) a identificação e caracterização de aspectos de NC que embasaram as falas de estudantes envolvidos em um júri simulado que envolvia aspectos históricos; e (ii) a caracterização do modo como eles utilizaram tais aspectos para se posicionar. Isto requereu a sistematização das várias ideias expressas em diferentes versões do perfil de Dimensões de Confiabilidade da Ciência (Allchin, 2011, 2013, 2017) e a caracterização dos aspectos (Figura 1) na etapa de adaptação da ferramenta utilizada na análise inicial dos trechos transcritos. O produto de tal adaptação favoreceu uma análise consistente dos dados, que subsidiou discussões relevantes no sentido de caracterizar a situação de ensino-aprendizagem vivenciada pelos estudantes. Por isso, acreditamos que outros pesquisadores podem se interessar em utilizar tal ferramenta para analisar situações similares.

Ainda em relação às contribuições para a pesquisa, destacamos que nossa proposta de análise significa uma opção para preencher uma lacuna encontrada na literatura, relacionada à falta de estudos empíricos que objetivam inserir NC de maneira contextualizada (como recomendado em Allchin, 2011, 2012, 2013, 2017; Allchin, et al., 2014; Irzik, & Nola, 2011; Matthews, 2012). Isto também aponta para a importância de utilizá-la em análises futuras a fim de fomentar discussões mais detalhadas sobre o importante desafio de favorecer uma aprendizagem mais ampla *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.

Ao grupo de pesquisa do qual faço parte e que tem contribuído imensamente para minha formação enquanto pessoa, professora e pesquisadora. Agradeço pelo tempo e atenção dedicados ao longo das discussões relacionadas à proposição da adaptação da ferramenta para análise de dados e à utilização da mesma.

À CAPES pelo auxílio financeiro que me possibilitou dedicar tempo para o desenvolvimento da proposta, assim como analisar os dados produzidos ao desenvolver tal proposta.

## Referências

- Abd-El-Khalick, F. (2012). Nature of Science in Science Education: Towards a Coherent Framework for Synergistic Research and Development. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 1041–1060). Dordrecht: Springer.
- Allchin, D. (2011). Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education*, 95(3), 518–542.
- Allchin, D. (2012). How Can History and Philosophy of Science Contribute to Understanding the Nature of Science for Scientific Literacy?: Mapping Research Needs. In *Report from the Conference on How Can the HPS Contribute to Contemporary U.S.* Boston, Massachusetts.
- Allchin, D. (2013) *Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources*. Minnesota: SHiPS Educational Press.
- Allchin, D. (2017). Beyond the Consensus View: Whole Science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(1), 18–26.
- Allchin, D., Andersen, H. M., & Nielsen, K. H. (2014). Complementary approaches to teaching nature of science: Integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. *Science Education*, 98(3), 461–486.
- Belei, R. A., Gimenez-Paschoal, S. R., Nascimento, E. N., & Matsumoto, P. H. V. R. (2008). O Uso de Entrevista, Observação e Vídeo gravação em Pesquisa Qualitativa. *Cadernos de Educação*, 30, 187–199.
- Cavagnetto, A. (2010). Argument to foster Scientific Literacy: A Review of Argument Interventions in K-12 Science Contexts. *Review of Education Research*, 80(3), 336–371.
- Derossi, I. N., & Reis, I. F. (2015). A consolidação de uma teoria e os percalços de uma vida: Marie Curie e a radioatividade. In I. F. Reis (Org.), *Estratégias para a Inserção da História da Ciência no Ensino: Um Compromisso com os Conhecimentos Básicos de Química* (pp. 113–128). Juiz de Fora: Livraria da Física.
- El-Hani, C. N. (2006) Epistemologia: Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In C. C. Silva (Org.), *Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para a aplicação no Ensino* (pp. 3–22). São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Forato, T. C. M., Braga, M., & Guerra, A. (2014). Historiadores das ciências e educadores: frutíferas parcerias para um ensino de ciências reflexivo e crítico. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7, 137–141.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20(7–8), 59–607.

- Irzik, G., & Nola, R. (2014). New Directions for Nature of Science Research. In M. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 999–1021). Dordrecht: Springer.
- Justi, R., & Mendonça, P. C. C. (2016). Discussion of the Controversy Concerning a Historical Event Among Pre-Service Teachers: Contributions to their knowledge about science, their argumentative skills, and reflections about their future teaching practices. *Science & Education*, 25(7–8), 795–822.
- Lederman, N. G. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 301–317). Dordrecht: Springer.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching* 39(6), 497–521.
- Martins, R. A. (2006). Introdução: A história das ciências e seus usos na educação. In C. C. Silva (Org.), *Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para a aplicação no Ensino* (pp. XVII–XXX). São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Matthews, M. R. (1992). History, Philosophy, and Science Teaching: The Present Rapprochement. *Science & Education*, 1(1), 11–47.
- Matthews, M. R. (1998). In defense of modest goals when teaching about the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching* 35(2), 161–174.
- Matthews, M. R. (2012). Changing the Focus: From Nature of Science to Features of Science. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in Nature of Science Research* (pp. 3–26). Dordrecht: Springer.
- Moura, C. B., & Guerra, Andreia. (2016). Conflitos em abordagens históricas para temas consolidados na ciência escolar: um estudo de caso sobre os modelos atômicos. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, v. extra, 797–803.
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of Science. *Science & Education*, 17(2–3), 249–263.
- Osborne, J. (2007). Towards a more social pedagogy in science education: the role of argumentation. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7(1), 1–17.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “Ideas-about-Science” Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching* 40(7), 692–720.
- Reis, I. F. (2015). *Estratégias para a Inserção da História da Ciência no Ensino: Um Compromisso com os Conhecimentos Básicos de Química*. Juiz de Fora: Livraria da Física.
- Sasseron, L., & Carvalho, A. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59–77.

Silva, A. P. B., & Guerra, A. (2015). *História da Ciência e Ensino: Fontes primárias e propostas para sala de aula*. São Paulo: Livraria da Física.

Wong, S. L., & Hodson, D. (2010). More from the Horse's Mouth: What Scientists say about Science as a Social Practice. *International Journal of Science Education*, 32(11), 1431–1463.

**Monique Santos**

 <https://orcid.org/0000-0001-6042-0312>

Universidade Federal de Minas Gerais

Faculdade de Educação

Belo Horizonte, Brasil

moniquersqui@gmail.com

**Submetido em 01 de Maio de 2018**

**Aceito em 12 de Julho de 2018**

**Publicado em 21 de Julho de 2018**