

A Intencionalidade e suas Influências na Problemática no Ensino de Ciências Por Investigação

Leandro Oliveira¹

¹ Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)/Instituto de Química/leandroo@unicamp.br

INTRODUÇÃO

Educação do Olhar e Intencionalidade na Prática Pedagógica

Gibson (1979) considera que é a partir das vivências no campo social que nos tornamos capazes de perceber e responder aos estímulos do ambiente que nos envolve. Com base nessa premissa, o autor apresenta o conceito de “educação da atenção” como uma competência desenvolvida a partir do direcionamento consciente do olhar humano para determinado objeto ou fenômeno, ou seja, da intencionalidade derivada de uma percepção consciente. Apoiando-se nessa ideia, Ingold (1993) discute a intencionalidade no processo de instrução, a qual implica tomada de consciência e, possivelmente, ação. Assim, o autor considera que as ações comunicativas são sempre precedidas por processos mentais resultantes da elaboração do pensamento, de representações mentais e de processos imaginativos.

No campo educacional, tais considerações são relevantes para a análise das práticas de professores (P), uma vez que estes são responsáveis por criar condições que favoreçam a aprendizagem dos estudantes (Es). Para Mortimer e Scott (2002), isso requer intenções e ações pedagógicas conscientes para guiar Es intencionalmente para que eles assumam o papel de exploradores ativos do ambiente de sala de aula, com todas as suas potencialidades — seja por meio da observação livre, da interação com materiais didáticos ou da realização de experiências que demandem análise e exploração perceptiva (Gibson, 1979). Especificamente no ensino de Química, a intencionalidade tem sido objeto de estudo de diferentes pesquisadores. Mortimer e Scott (2002), por exemplo, investigaram como iniciações discursivas intencionais realizadas por uma P de Química influenciaram um processo de investigação vivenciado por Es. De modo semelhante, Oliveira, Sá e Mortimer (2019) analisaram como o direcionamento da atenção promovido por uma P universitária de Química Orgânica favoreceu a compreensão, por parte de licenciandos em Química (LQ), sobre a manipulação de representações.

Entendendo a intencionalidade como um aspecto determinante da instrução educacional, torna-se pertinente investigá-la no contexto da educação da atenção dos Es, especialmente na condução de abordagens contemporâneas de ensino, como o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI).

Ensino por Investigação na Educação Científica

A investigação constitui um processo basilar das ciências, realizado com o propósito de compreender o universo que nos cerca. Para Osborne (2023), uma das principais ênfases das investigações científicas consiste na busca por respostas a questões científicas, uma vez que as

ciências fornecem um conjunto de competências que possibilitam ou apoiam a resolução de problemas. No ensino de Ciências contemporâneo, o EnCI visa promover práticas investigativas escolares análogas às que os cientistas desenvolvem em seus trabalhos. Trata-se, portanto, de uma abordagem promissora para favorecer uma aprendizagem autêntica na qual professores (P) orientam seus estudantes (Es) na resolução de problemas, ao mesmo tempo que estes aprendem ciências e sobre ciências, engajando-se em práticas científicas (Osborne, 2014).

Em uma revisão conduzida por Zômpero e Laburú (2011), observou-se que pesquisadores da área tendem a convergir quanto à necessidade de o EnCI contemplar, de modo fundamental, uma etapa de problematização que preceda as demais¹ (Osborne, 2014; 2023; Machado; Sasseron, 2012; Zômpero; Laburú, 2011). Essa etapa é essencial para o desenvolvimento de aulas investigativas, pois, quando o problema não é devidamente compreendido, as etapas subsequentes do ciclo de investigação tornam-se diluídas (Machado; Sasseron, 2012).

No contexto do EnCI, cabe aos P propor situações-problema explicitando, em suas orientações, elementos relevantes — como o modo de proceder, os procedimentos a serem realizados, os tipos de observação necessários, os critérios de análise dos resultados e as formas adequadas de comunicação (Eylon; Linn, 2008; Machado; Sasseron, 2012). Formular bons problemas de investigação traz diversas vantagens, entre as quais se destacam o favorecimento do engajamento ativo dos Es na busca por respostas e o estímulo à autonomia em processos de construção, comunicação, avaliação e legitimação de explicações científicas nas atividades (Kelly; Licona, 2018).

Compreender as práticas instrucionais de P na apresentação de problemas pode contribuir para a análise de como a problematização influencia as demais etapas do processo investigativo. No entanto, a literatura ainda carece de estudos que examinem aspectos da intencionalidade de P de Ciências durante a problematização no EnCI. Diante dessa lacuna, o objetivo deste estudo é caracterizar aspectos da intencionalidade de um P formador em Ensino de Química durante a problematização realizada em uma atividade investigativa aplicada a licenciandos em Química (LQ).

METODOLOGIA

Neste trabalho, realizamos uma microanálise do discurso (Vigotski, 1993) produzido por um professor universitário de Química (PUQ) de uma universidade pública brasileira durante a problematização de uma atividade investigativa. Essa atividade foi desenvolvida em uma aula de uma disciplina sobre a produção de Projetos de Ensino de Química, da qual participaram 11 licenciandos em Química (LQ), e serviu como ponto de partida para que o PUQ abordasse conceitos de Estereoquímica. Para tanto, o docente simulou um experimento histórico cujo contexto remetia

¹ Tais como elaboração de hipóteses, planejamentos na busca por obtenção de novas informações, busca por informações para resolução do problema, interpretação dessas informações; e comunicação das informações.

ao final da década de 1950 — período marcado por um grave problema científico e social relacionado ao uso do medicamento Talidomida.

Nas décadas de 1950 e 1960, a Talidomida era comercializada livremente em diversos países. Utilizada principalmente para o combate à insônia, à ansiedade e aos enjoos durante a gravidez, essa substância correspondia a uma mistura racêmica cuja composição ainda não era amplamente conhecida. Quando administrado a gestantes, o medicamento revelou-se extremamente perigoso, pois um dos enantiômeros resultantes da síntese química provocava graves malformações congênitas em fetos. As primeiras investigações sobre o caso tiveram início em 1958, mas foi apenas em 1960 que uma médica-pesquisadora norte-americana testou a Talidomida em ratos, constatando seus efeitos teratogênicos — fato que levou à proibição imediata de sua comercialização nos Estados Unidos. No Brasil, a venda do medicamento foi proibida apenas em 1962, sendo efetivamente retirada do mercado em 1965. A descoberta dos efeitos da Talidomida revolucionou os protocolos de produção e de testes de medicamentos na área da saúde, uma vez que a realização de análises estereoquímicas passou a ser obrigatória para a aprovação de novas substâncias farmacológicas. A caracterização da aula na qual o PUQ aplicou a atividade envolvendo o caso Talidomida é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1. Caracterização dos momentos da aula conduzida pelo PUQ

Momento	Descrição
1	Organização da turma em dois grupos; Problemática da atividade; Distribuição de modelos moleculares, quadros, imagens e gráficos que simulavam resultados de análises do composto químico que apresentava anomalias científicas.
2	Realização da investigação pelos grupos: por que a “substância” apresentava resultados diferentes; Análise e discussão de representações químicas disponibilizadas por PUQ.
3	Condução de primeira rodada de discussão da turma pós-investigação feita pelos grupos; Apresentação dos LQ dos relatórios parciais.
4	Oferecimento de novas informações sobre testes com a “substância” em ratos; Condução de segunda rodada de discussão da turma.
5	Apresentação do caso histórico – problemas causados pela Talidomida; Discussão de conceitos químicos de quiralidade, isomeria, enantiomerismo e teratogenia.
6	Discussão sobre o uso da Talidomida na atualidade.

Fonte: Autor.

Essa aula foi videogravada com o uso de duas câmeras em tripés. Durante a condução dos discursos por PUQ, uma das câmeras permanecia focalizada nele; quando os licenciandos em Química (LQ) realizavam as atividades em grupo, ambas as câmeras eram reposicionadas de modo a captar as interações estabelecidas no decorrer do trabalho coletivo. Três gravadores portáteis foram utilizados para o registro de áudio: um localizado na mesa do PUQ e os demais nas mesas dos grupos de LQ. Com esses registros, foi possível assistir à videogravação e, com o apoio dos áudios, realizar a transcrição dos discursos proferidos pelo PUQ e pelos LQ, bem como a descrição das ações performáticas dos participantes durante as atividades. Para este estudo, selecionou-se o trecho da transcrição referente ao discurso do PUQ e à fala de dois licenciandos – LQ1 e LQ2 –, correspondente ao momento de problematização da atividade (Momento 1, Quadro 1).

Para a análise, procedeu-se à fragmentação desse discurso em mensagens (M), entendidas como unidades básicas do texto, compostas por conjuntos de palavras dotadas de sentido próprio e distinguíveis entre si (Hasan, 1996). Como ferramenta analítica, foram adaptadas as categorias de intenções de professores propostas por Mortimer e Scott (2002) (Quadro 1), e analisou-se cada uma das 33M² identificadas na fala do PUQ por meio do *software* MaxQDA, com o qual organizamos, codificamos e analisamos os dados.

Quadro 2. Intenções do professor no ensino

Intenções do professor	Foco
Criando um problema	Engajar os Es, intelectual e emocionalmente, no desenvolvimento inicial da “estória científica”.
Explorando visões de Es	Elicitar/explorar as visões e entendimentos dos Es sobre ideias e fenômenos específicos.
Disponibilizando ideias científicas conceituais	Introduzir e desenvolver a “estória científica” apresentando conceitos científicos na narrativa.
Disponibilizando ideias epistemológicas	Introduzir e desenvolver a “estória científica” apresentando aspectos característicos de processos de produção de conhecimentos na narrativa.
Disponibilizando ideias sobre tecnologia	Introduzir e desenvolver a “estória científica” apresentando elementos que caracterizem aspectos tecnológicos na narrativa.
Disponibilizando ideias sobre meio ambiente	Introduzir e desenvolver a “estória científica” considerando-se aspectos ambientais na narrativa.
Disponibilizando ideias sobre história da ciência	Introduzir e desenvolver a “estória científica” considerando-se contextos históricos da ciência na narrativa.
Fomentando interações entre pares	Oportunizar aos Es de falar e pensar com as novas ideias científicas, em pequenos grupos e por meio de atividades com toda a classe.
Dando suporte individualizado	Dar suporte aos Es para produzirem significados individuais, internalizando essas ideias.
Dando suporte para aplicação de ideias	Guiando os Es na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso.
Favorecendo a autonomia pelo uso de ideias	Transferindo progressivamente para os Es o controle e a responsabilidade pelo uso de suas ideias.

Fonte: Adaptado de Mortimer e Scott (2002, p. 186)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1, apresentamos o resultado da análise das intenções de PUC na problematização.

Figura 1. Gráfico de intenções de PUQ na narrativa de problematização da atividade de investigativa



Fonte: Autor.

² Duas mensagens correspondiam a perguntas de LQ que não tiveram impacto direto no desenvolvimento da instrução e, por essa razão, foram excluídas do escopo analítico.

Começando pela intenção “criando um problema”, que foi evidenciada em 9 das 33M, PUQ guiou a atenção dos LQ para o problema central que se referia à anomalia não conhecida apresentada por uma substância, sem dizer qual era, que estava causando problemas de saúde na população e que, portanto, deveria o “mistério” a ser desvendado por eles, ficticiamente nomeados como “os maiores cientistas americanos”. Algumas das M que explicitam isso são apresentadas no quadro 3.

Quadro 3. Algumas intenções de PUQ ao apresentar o problema de investigação

M	Fala de P
2	Então o que vocês vão fazer? Vocês são grupos de cientistas, os maiores cientistas americanos que estão no final da década de 1950, têm um grande problema acontecendo e vocês precisam ajudar o governo americano a resolver. Estamos com um grande problema em termos de ciência.
3	Vocês estão sendo contratados pelo governo para investigar uma “anomalia” científica que ninguém ainda conseguiu entender.
5	Essa anomalia se refere a um comportamento desconhecido, totalmente inesperado, de uma molécula orgânica que foi submetida a várias análises recentes, no mesmo espaço de tempo.

Fonte: Autor.

Entende-se que essas intenções influenciaram o discurso do professor, que buscou criar uma situação imaginária motivadora, aspecto considerado importante para o engajamento dos estudantes em atividades de investigação (Machado; Sasseron, 2012).

O gráfico também indica que, na problematização da atividade, o professor universitário de Química (PUQ) dedicou-se, com ênfase, a orientar os licenciandos em Química (LQ), oferecendo-lhes suporte para a aplicação futura de ideias, uma vez que essa intenção esteve presente em mais da metade das mensagens (M) analisadas (19 de 33). Esse resultado permite inferir que o PUQ buscou auxiliar os LQ a transformar as ideias por ele apresentadas em ações investigativas.

Por exemplo, em diferentes momentos, o PUQ orientou os LQ a analisar as representações disponibilizadas, fornecendo pistas sobre aspectos que poderiam ser relevantes para o desenvolvimento da investigação. Algumas M que ilustram esse tipo de orientação são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4. Algumas intenções de PUQ ao dar suporte à aplicação de ideias pelos LQ

M	Fala de PUQ
14	Então, o que vocês vão ter que fazer? O governo conseguiu trazer alguns resultados e querem que vocês discutam as possibilidades, que vocês analisem esses materiais e proponham um pequeno relatório para o governo, tentando interpretar essas informações e dizendo o que está acontecendo com esse sistema analisado.
15	Para isso, nós temos que pensar as estruturas.
17	Então, vocês vão ter aqui representação na perspectiva 3D, que é um dado que vocês podem usar para tentar descobrir o que está acontecendo.
18	Essa substância aí [representada na imagem] é que está causando essa anomalia.
19	O que a gente também tem como resultado?
20	Vocês vão receber também algumas informações e devem tentar prever, a partir dessas informações, o que aconteceu.
21	Por exemplo, temos informações das propriedades físico-químicas reais da substância que estão aqui [nessas representações gráficas]!

Fonte: Autor.

Essa centralidade do suporte mostra-se coerente com resultados de pesquisas que indicam que, em contextos de investigação autêntica, professores experientes tendem a concentrar suas intervenções em orientações práticas que favoreçam o avanço dos estudantes nas tarefas, ajustando continuamente suas intenções em função das necessidades da turma (Machado; Sasseron, 2012; Mortimer; Scott, 2002).

Pela própria natureza da investigação, ancorada na análise de resultados obtidos por meio de técnicas sofisticadas empregadas em Química, o discurso intencional de orientação do PUQ apresentou evidências da intenção “disponibilizando ideias sobre tecnologia” em 9 mensagens (M). Tais orientações contribuíram para a atribuição de sentidos e para o direcionamento do olhar dos LQ a aspectos tecnológicos da ciência, o que se entende ter viabilizado o desenvolvimento da investigação. Para exemplificar esse movimento, no Quadro 3 são apresentadas algumas M em que o PUQ se refere explicitamente a aspectos tecnológicos.

Quadro 3. Algumas intenções de PUQ ao disponibilizar ideias sobre tecnologia

M	Fala de P
13	Há alguns problemas de anomalia detectados por equipamentos altamente sofisticados na década de 1950, claro!
16	Olha só! O governo está tão comprometido com essa questão que eles fizeram, inclusive, análises da substância com técnicas de Espectroscopia de Massas; Raman, RMN e propôs para vocês algumas estruturas genéricas dessas substâncias que vocês vão ter que analisar.
22	Tem o gráfico de Espectroscopia de Retroespalhamento do Rutherford da substância, que eu nem conhecia, mas está no descritivo esta informação do que essa técnica é e, também, tem o gráfico.

Fonte: Autor.

Evidências dessa intenção reforçam o entendimento de que a construção de um bom problema inicial e a apresentação de recursos constituem dimensões articuladas que dão suporte à investigação. À medida que o problema funciona como eixo organizador das intenções do professor (P) (Mortimer; Scott, 2002), as referências a tecnologias delimitam o espaço do possível, configurando quais caminhos investigativos se tornam concretamente executáveis.

“Disponibilizando ideias sobre história da ciência” (presente em 8 mensagens – M) foi outra intenção do professor universitário de Química (PUQ) que se destacou, em razão de o processo investigativo estar situado em um contexto de experimentação histórica. Assim, essa intenção, manifestada na apresentação do problema, pode ter favorecido o envolvimento emocional dos licenciandos em Química (LQ) em um ambiente imaginário que retomava o contexto dos problemas relacionados ao uso da Talidomida no final da década de 1950.

Ao descrever eventos históricos para ambientar os LQ no contexto e conferir sentido à investigação específica dos compostos da Talidomida, o PUQ buscou inseri-los na própria história, como agentes dela, o que pode ser observado na M1: na nossa aula de hoje, nós vamos vivenciar uma atividade como se estivéssemos no ano de 1950 (M1). Esse movimento ganha ainda mais sentido quando o PUQ dá continuidade ao discurso na M2, orientando os LQ sobre como agir e o que fazer.

Então, o que vocês vão fazer? Vocês são grupos de cientistas, os maiores cientistas americanos que estão no final da década de 1950, têm um grande problema acontecendo e vocês precisam ajudar o governo americano a resolver. Estamos com um grande problema em termos de ciência.

Ideias epistemológicas também foram intencionalmente disponibilizadas em sete mensagens (M) ao longo do processo, o que indica que, embora em menor grau que o suporte prático, o professor universitário de Química (PUQ) também buscou atribuir sentido à própria ideia de produção de conhecimentos. Isso pode ser observado, por exemplo, na M3, quando solicitou que os licenciandos em Química (LQ) investigassem uma “anomalia científica” ainda desconhecida, enfatizando o caráter dinâmico das ciências e a possibilidade de surgimento de novas descobertas; e na M6, ao indicar que diversas análises haviam sido realizadas com o composto, destacando que métodos científicos e resultados precisam submeter-se ao crivo da reprodutibilidade.

Por fim, os códigos menos frequentes referem-se à disponibilização de ideias científicas conceituais e ao favorecimento da autonomia dos estudantes (Es), ambos presentes em quatro mensagens da narrativa. No que diz respeito aos conceitos científicos, nas M9 e M10 o PUQ abordou propriedades específicas da matéria, aspecto importante para que os LQ pudessem avançar na análise dos gráficos, uma vez que tais informações poderiam orientá-los a perceber que determinados resultados indicariam a presença de uma mistura racêmica do composto. No decorrer da narrativa, o PUQ também discutiu conceitos relativos à estrutura química de um composto genérico, em termos das ligações possíveis entre átomos de carbono naquela substância (M29 e M30), o que poderia guiar a atenção dos LQ para aspectos centrais das representações em que deveriam focar.

Intenções de favorecer a autonomia dos LQ por meio do uso de ideias foram evidenciadas a partir da M23, quando o PUQ os convidou à responsabilidade de conduzir a investigação com base em seus conhecimentos prévios, ressaltando que, como químicos em formação, já lidavam com análises no curso e poderiam antecipar maneiras de interpretar os dados. Na M28, sem caráter impositivo, o professor os convidou a ficar “à vontade” para utilizar as representações gráficas de que julgassem necessitar e, na M31, incentivou-os a manipular os modelos disponibilizados com o intuito de descobrir algo sobre a substância em estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ingold (1993) explica que um agente intencional e criativo se desenvolve em relações sociais e contextuais e, por meio de suas ações, contribui para o contexto de desenvolvimento de outros com os quais se relaciona. Nesse sentido, entende-se que é função de professores formadores em Ciências discutir, na formação inicial e continuada, a importância da intencionalidade nas práticas de ensino, com destaque para a educação da atenção (Gibson, 1979) a aspectos dos processos que os estudantes (Es) vivenciam.

Os resultados deste estudo evidenciam a importância da consciência, por parte dos professores (P), acerca de suas intenções e, sobretudo, da busca deliberada por meios de operacionalizá-las na

instrução. No Ensino de Ciências por Investigação (EnCI), isso assume especial relevância, uma vez que se faz necessário guiar os Es para que compreendam os problemas, reconheçam os focos das atividades e escolham métodos adequados para a investigação. Dessa forma, considera-se que este estudo contribui para a área ao elucidar intenções envolvidas na problematização, materializadas no discurso do professor universitário de Química (PUQ).

Nesse panorama, sugere-se que investigações semelhantes sejam desenvolvidas por outros pesquisadores, em diferentes contextos nos quais o EnCI constitua o eixo organizador dos processos de ensino e aprendizagem. Cientes dessa necessidade, os próximos passos desta pesquisa envolvem a expansão da análise para todo o processo de investigação vivenciado na atividade, buscando compreender como as intenções e ações do PUQ ao longo da aula se relacionam com a problematização inicial e por ela são influenciadas. Além disso, pretende-se investigar como essa problematização repercutiu nas investigações conduzidas pelos LQ em seus respectivos grupos e quais foram suas implicações para a aprendizagem de e sobre ciências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EYLLON, B. S.; LINN, M. C. Learning and instruction: An examination of four research perspectives in science education. **Review of Educational Research**, v. 58, n. 3, p., 251-301, 1988.
- GIBSON, J. **The ecological approach to visual perception**. Boston: Houghton Mifflin, 1979.
- HASAN, R. Ways of saying: ways of meaning. In: CLORAN, C.; BUTT, D.; WILLIAMS, G. (Eds.). **Ways of saying: ways of meaning**. London: Cassell, 1996. p. 191-242.
- INGOLD, T. Technology, language, intelligence. In: GIBSON, K. R.; INGOLD, T. (Orgs.). **Tools, language and cognition in human evolution**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. p. 449-472.
- KELLY, G. J.; LICONA, P. Epistemic Practices and Science Education. In M. MATTHEWS. (Ed.). **History, Philosophy and Science Teaching: New research perspectives**. Cham: Springer, 2018, p. 139-165.
- MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 2, p. 29-44, 2012.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.
- OLIVEIRA, L. A.; SÁ, E. F.; MORTIMER, E. F. Transformação da ação mediada a partir da resignificação do uso de objetos mediadores em aulas do ensino superior. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. 251-274, 2019.
- OSBORNE, J. Science, scientific literacy, and science education. In N. G. LEDERMAN; D. L. ZEIDLER; J. S. LEDERMAN. **Handbook of Research on Science Education**. New York: Routledge, 2023. p. 785-816.
- OSBORNE, J. Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. **Journal of Science Teacher Education**, v. 25, n. 2, p. 177-196, 2014.
- VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1993.
- ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.