

# **Elementos do ensino por investigação em sequências didáticas elaboradas por licenciandos de biologia**

## **Inquiry-based Science Education elements in didactic sequences elaborated by biology student teachers**

**André Melo de Souza**

Laboratório de Pesquisa em Ensino de Biologia por Investigação - USP  
dreaan.melo@gmail.com

**Bianca Santantonio Silles**

Laboratório de Pesquisa em Ensino de Biologia por Investigação - USP  
bianca.silles@gmail.com

**Milena Jansen Cutrim Cardoso**

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências - USP  
milenaajccardoso@gmail.com

**Daniela Lopes Scarpa**

Instituto de Biociências - USP  
dlscarpa@usp.br

### **Resumo**

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) pode contribuir para o aprendizado sobre a produção do conhecimento científico e no desenvolvimento de habilidades pelos estudantes. Como professores apresentam dificuldades para trabalhar com o EnCI, é importante que essa abordagem de ensino seja trabalhada na formação inicial de professores. Este trabalho tem como objetivo identificar quais elementos de EnCI são mais recorrentes em sequências didáticas elaboradas por licenciandos de biologia. Para isso, relatórios de intervenção produzidos pelos licenciandos foram analisados por meio da ferramenta de *Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI)*. O estabelecimento de problema ou questão e de procedimentos de investigação, bem como o estímulo aos alunos no desenvolvimento de hipóteses, coleta de dados, elaboração de conclusões e trabalho em grupo foram os aspectos mais presentes, indicando que, apesar das dificuldades enfrentadas por professores na utilização do EnCI, vários elementos foram colocados em prática.

**Palavras-chave:** ensino de ciências por investigação, ensino de biologia, formação inicial de professores.

## Abstract

Inquiry-based Science Education (IBSE) can contribute to the learning about the production of scientific knowledge and the development of student skills. As teachers present difficulties in working with this teaching approach, it's important researching about science and biology preservice teacher training with focus on IBSE. This work aims to identify which elements of IBSE are most recurrent in didactic sequences elaborated by biology student teachers. Intervention reports produced by the student teachers were analyzed through the *Diagnostic of Inquiry-based Science Education Elements* tool. The establishment of problem or question and investigation procedures, as well as the encouragement to students in the hypotheses development, data collection, establishment of conclusions and in group work were the most present elements, indicating that, despite the difficulties faced by teachers in the use of the IBSE, several elements were put into practice.

**Key words:** inquiry-based science education, biology teaching, preservice teacher training.

## Introdução

Com a finalidade de diminuir o distanciamento entre o que é exigido de um cidadão pela sociedade e aquilo para o qual a escola o prepara (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2005), é desejável que os estudantes se envolvam com o processo de produção do conhecimento científico. Uma possível maneira de alcançar tal objetivo seria trabalhando com o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) nas escolas (MUNFORD; LIMA, 2007).

No EnCI, os conhecimentos prévios dos estudantes são considerados, há a contextualização daquilo que será estudado, um problema - não necessariamente de caráter experimental - a ser respondido, o desenvolvimento e teste de hipóteses, a identificação de padrões e evidências, a construção de justificativas e a elaboração de conclusões (CARVALHO, 2013). As atividades investigativas podem ter diferentes níveis de abertura, que variam de acordo com o grau de direcionamento do professor e de autonomia dos alunos na tomada de decisões sobre as questões, procedimentos e soluções da investigação (BANCHI; BELL, 2008). Assim, o EnCI pode propiciar o aprendizado de conteúdos procedimentais e atitudinais, além dos conceituais.

A utilização do EnCI nas aulas de ciências ainda pode ser considerada relativamente incomum e, somado a isso, parece haver um descompasso entre o que os professores concebem como EnCI e o que definem as bases dessa abordagem nos currículos escolares e na literatura especializada (CRAWFORD, 2007). Segundo Krämer, Nessler e Schlüter (2015), ao trabalhar com o EnCI, os professores enfrentam diversas dificuldades. Essas dificuldades são encontradas por professores experientes e em formação inicial, o que, para as instituições formadoras de professores, constitui-se como um grande desafio. Assim, se torna necessária a realização de trabalhos que indiquem se e como os professores utilizam o EnCI em suas aulas e possíveis formas de orientar e oferecer suporte a eles nesse processo.

Desta maneira, o presente estudo tem como objetivo identificar quais elementos do EnCI são mais recorrentes em sequências didáticas elaboradas por professores em formação inicial.

## Metodologia

Os sujeitos investigados nesta pesquisa foram licenciandos de Ciências Biológicas do Instituto de Biociências (IB) da Universidade de São Paulo (USP), matriculados na disciplina de Estágio Supervisionado no Ensino de Biologia (ESEB) nos anos de 2015 e 2016. A disciplina de ESEB é componente obrigatório da grade curricular do curso de licenciatura em Ciências Biológicas do IB - USP.

O principal objetivo da disciplina é oferecer suporte aos licenciandos na elaboração e regência de sequência didática investigativa que atenda à demanda de conteúdos apresentada pelos docentes que supervisionam os estágios nas escolas-campo. Os licenciandos desenvolvem os trabalhos em duplas e devem cumprir o mínimo de nove horas de regência, que devem ser realizadas preferencialmente em três turmas de uma mesma série. Ao final da disciplina, os licenciandos produzem um relatório de intervenção, que contém o planejamento da sequência didática, as descrições das aulas ministradas e as reflexões sobre a experiência vivenciada.

Os dados desta pesquisa foram 40 relatórios de intervenção elaborados pelos licenciandos. A análise dos relatórios foi realizada através da ferramenta *Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI)*, elaborada por Cardoso e Scarpa (em preparação) a partir da tradução, adaptação e integração das ideias de EnCI discutidas em Banchi e Bell (2008), que estabelecem graus de abertura de atividades investigativas; Borda Carulla (2012), que discute ações dos professores e alunos durante o EnCI; e Pedaste et al. (2015), que propõem fases ao ciclo investigativo.

A ferramenta (Quadro 1) apresenta 26 elementos organizados em cinco temas: (A) Introdução à investigação; (B) Apoio às investigações dos alunos; (C) Guia a análises e conclusões; (D) Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo; e (E) Estágios futuros à investigação. Cada elemento pode ser avaliado com um S (Sim), quando está presente; com um N (Não), quando está ausente; ou com um NA (Não Aplicável), quando não é possível fazer a sua avaliação. O NA pode ser usado, por exemplo, no elemento B2.1 quando constatada a ausência de B2, já que na falta de hipótese e/ou previsão (B2), não é possível examinar se os alunos foram envolvidos na sua definição (B2.1). O avaliador pode, ainda, inserir trechos do material analisado ou comentários que exemplifiquem ou qualifiquem o elemento avaliado.

## Resultados e Discussão

Os resultados obtidos a partir da análise das versões finais dos relatórios de intervenção são apresentados a seguir, de acordo com os temas estabelecidos na *DEEnCI*.

Tema	Elementos		Avaliação			
A. Introdução à investigação	A1 O professor estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação?		Sim	Não	NA	
	Problema /questão	B1 Há a definição de problema e/ou questão de investigação?	Sim	Não	NA	
B1.1 O professor envolve os alunos na definição do problema e/ou questão de investigação?		Sim	Não	NA		
B. Apoio à investigação dos alunos	Hipótese/ previsão	B2 Há a definição de hipótese e/ou previsão para a investigação?	Sim	Não	NA	
		B2.1 O professor envolve os alunos na definição de hipótese e/ou previsão?		Sim	Não	NA
		B2.2 O professor envolve os alunos na justificação da hipótese e/ou previsão definidos?		Sim	Não	NA
	Planejamento	B3 Há a definição de procedimentos de investigação?		Sim	Não	NA
		B3.1 O professor envolve os alunos na definição dos procedimentos de investigação?		Sim	Não	NA
		B3.2 Os procedimentos de investigação definidos são apropriados ao problema e/ou questão?		Sim	Não	NA
	Coleta de dados	B4 Há a coleta de dados durante a investigação?		Sim	Não	NA
		B4.1 O professor envolve os alunos na coleta dados?		Sim	Não	NA
		B4.2 O professor ajuda os alunos a manterem notas e registros durante a coleta de dados?		Sim	Não	NA
		B4.3 O professor encoraja os alunos a checarem os dados?		Sim	Não	NA
B4.4 Os dados coletados permitem o teste da hipótese e/ou previsão?		Sim	Não	NA		
C. Guia as análises e conclusões	C1 O professor encoraja os alunos a analisarem os dados coletados?		Sim	Não	NA	
	C2 O professor encoraja os alunos a elaborem conclusões?		Sim	Não	NA	
	C3 O professor encoraja os alunos a justificarem as suas conclusões com base em conhecimentos científicos?		Sim	Não	NA	
	C4 O professor encoraja os alunos a verificarem se as suas conclusões estão consistentes com os resultados?		Sim	Não	NA	
	C5 O professor encoraja os alunos a compararem as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão?		Sim	Não	NA	
	C6 O professor encoraja os alunos a considerarem as suas conclusões em relação ao problema e/ou questão de		Sim	Não	NA	
	C7 O professor encoraja os alunos a refletirem sobre a investigação como um todo?		Sim	Não	NA	
D. Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo	D1 O professor encoraja os alunos a trabalharem de forma colaborativa em grupo?		Sim	Não	NA	
	D2 O professor encoraja os alunos a relatarem o seu trabalho?		Sim	Não	NA	
	D3 O professor encoraja os alunos a se posicionarem frente aos relatos dos colegas sobre a investigação?		Sim	Não	NA	
E. Estágios futuros à investigação	E1 O professor encoraja os alunos a aplicarem o conhecimento adquirido em novas situações?		Sim	Não	NA	
	E2 O professor encoraja os alunos a identificarem ou elaborarem mais questões a partir da investigação?		Sim	Não	NA	

Quadro 1: DEEnCI - Ferramenta *Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação* (CARDOSO; SCARPA, em preparação).

## (A) Introdução à investigação

A intenção de despertar o interesse dos alunos para a investigação (elemento A1) é amplamente presente nos relatórios de aula dos licenciandos e consiste em um dos aspectos mais importantes de uma sequência investigativa, segundo Carvalho (2013). A análise realizada nesta pesquisa verificou sua presença em 93% dos relatórios analisados, conforme pode ser observado na figura 1. Quase sempre essa introdução era feita por meio do levantamento de conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto que seria investigado:

*“Nós fizemos uma breve discussão sobre o que os alunos já sabiam ou tinham ouvido falar sobre transgênicos...” (PI 8).*

*“Como vocês acham que ciência pode ajudar na saúde? Escreva o que vem à cabeça quando você lê as palavras abaixo: infecção e contaminação.” (PI 21).*

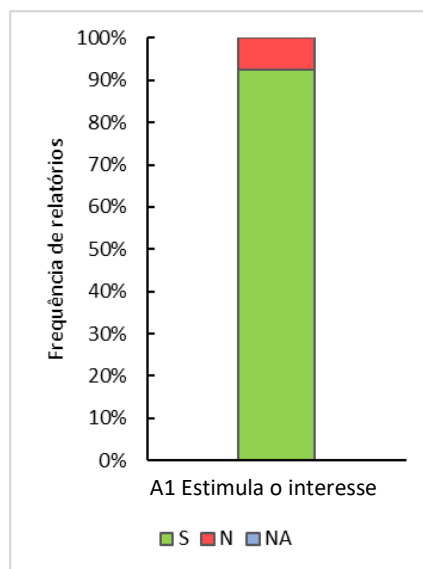


Figura 1: Estímulo ao interesse dos alunos na investigação

## (B) Apoio à investigação dos alunos

### • Problema/questão

A definição do problema ou questão investigativa (elemento B1), que, segundo Carvalho (2013), é um ponto fundamental para a iniciação de uma atividade investigativa e por isso se constitui um aspecto central dessa abordagem, ocorreu em 95% planos de intervenção analisados (figura 2). O envolvimento dos alunos na definição do problema ou questão (elemento B1.1) não esteve presente em nenhum dos planos, conforme apresenta a figura 2.

Foram encontrados indicadores de que a não ocorrência da categoria B1.1 se deu de forma consciente pelos licenciandos:

*“...classificamos nossa sequência como de nível de investigação estruturada (Banchi & Bell, 2008), pois fornecemos a pergunta e os procedimentos e os estudantes ficaram responsáveis pela elaboração das conclusões e explicações da investigação.” (PI 3).*

E, apesar de em alguns casos haver uma intenção de fazer o aluno pensar num problema ou questão de investigação, a sua definição sempre se deu pelo licenciando:

*“Ao observarem as células vocês vão pensar numa pergunta, [...], mas o que vamos investigar é ‘Será que todas as células são iguais?’” (PI 3).*

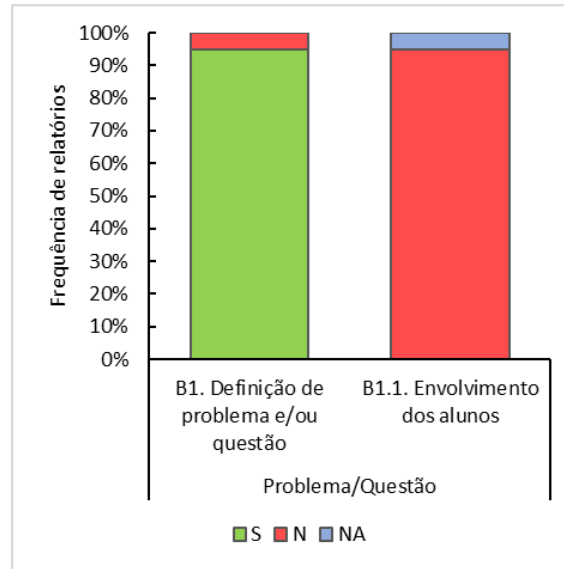


Figura 2: Definição de problema/ questão e envolvimento dos alunos

Uma possível explicação para o fato de os licenciandos levarem aos alunos a pergunta já pronta é a dificuldade em se trabalhar com o EnCI, conforme apresenta Krämer, Nessler e Schlüter (2015). Acredita-se que os fatores que mais limitam o uso desta abordagem em sala de aula correspondam à falta de compreensão do professor do que de fato é o EnCI, a dificuldades com relação à gestão da sala de aula em um ambiente investigativo e até mesmo à crença dos professores de que os alunos não possuem habilidades suficientes para o trabalho com o ensino por investigação (KRÄMER; NESSLER; SCHLÜTER, 2015). Tais fatores podem contribuir para o planejamento deliberado de sequências didáticas com menor nível de abertura.

Ainda sobre esse aspecto, outro ponto que pode ser levantado é que a definição do problema ou questão constitui uma etapa inicial do ciclo investigativo e, a partir disso, a sequência didática pode tomar rumos completamente distintos. Numa situação em que os alunos são envolvidos na definição do problema ou questão, caberá ao professor prover todo o subsídio à investigação dos alunos e, para isso, nem sempre os licenciandos podem apresentar recursos disponíveis e adequados à realidade da escola-campo de estágio e tempo hábil para providenciá-los.

### • Hipótese/Previsão

A elaboração de hipóteses e previsões consiste em um processo importante, pois aproxima a construção do conhecimento escolar ao trabalho científico ao permitir que os alunos articulem seus conhecimentos prévios e busquem outros para formular possíveis respostas ou soluções às questões e problemas (CARVALHO; GIL-PEREZ, 2000).

As hipóteses são proposições gerais que estabelecem relações entre variáveis teóricas. Elas só podem ser verificadas de maneira indireta a partir do estabelecimento de previsões, que são os

resultados esperados com a realização de um teste (FARJI-BRENER, 2004; JONG, 2006). Como, apesar das diferenças entre hipóteses e previsão, ambas atenderem ao objetivo pedagógico de propiciar que os alunos tomem consciência de suas concepções prévias sobre o tema de investigação e as coloquem à prova, elas não serão consideradas como etapas distintas neste trabalho.

De acordo com o apresentado na figura 3, apenas 15% planos de intervenção não apresentaram indicadores de que havia a intenção de definir hipóteses ou previsões (elemento B2). Em todos os demais planos, o elemento B2 esteve presente e, na grande maioria, os alunos são envolvidos na sua definição (elemento B2.1). Embora constitua um fator importante para a aprendizagem dos alunos, o estímulo à justificação de hipóteses e previsões está presente em cerca de 40% dos relatórios de intervenção analisados (elemento B2.2). Um exemplo de relatório que contempla esses três elementos segue abaixo:

*“Baseados nos cartões...Pedimos que elaborem hipóteses que tentem delimitar as possíveis funções de cada nutriente. Ao final, devem apresentar ao restante da sala e justificar suas hipóteses.” (PI 6)*

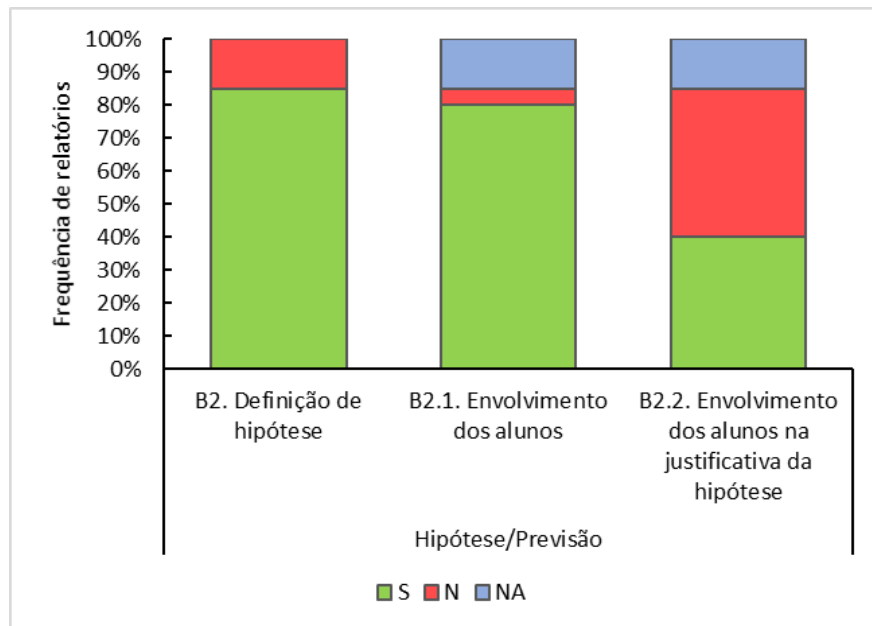


Figura 3: Definição de hipótese e/ou previsão e envolvimento dos alunos na definição e justificação

## • Planejamento

Na maioria dos relatórios existem procedimentos de investigação estabelecidos (elemento B3) e tais procedimentos são adequados à investigação (elemento B3.2). Entretanto, apenas 35% dos planos mostraram que houve envolvimento dos alunos na definição dos procedimentos de investigação (elemento B 3.1), conforme apresentado na figura 4 e no trecho a seguir:

*“Pelo menos 4 experimentos nós induzimos que eles tivessem realizados, ..., ‘se não enxergamos a bactéria como iremos ver se ela ocorre ou não nesses lugares; ou seja, como iremos verificar a presença ou não da bactéria?’” (PI 5).*

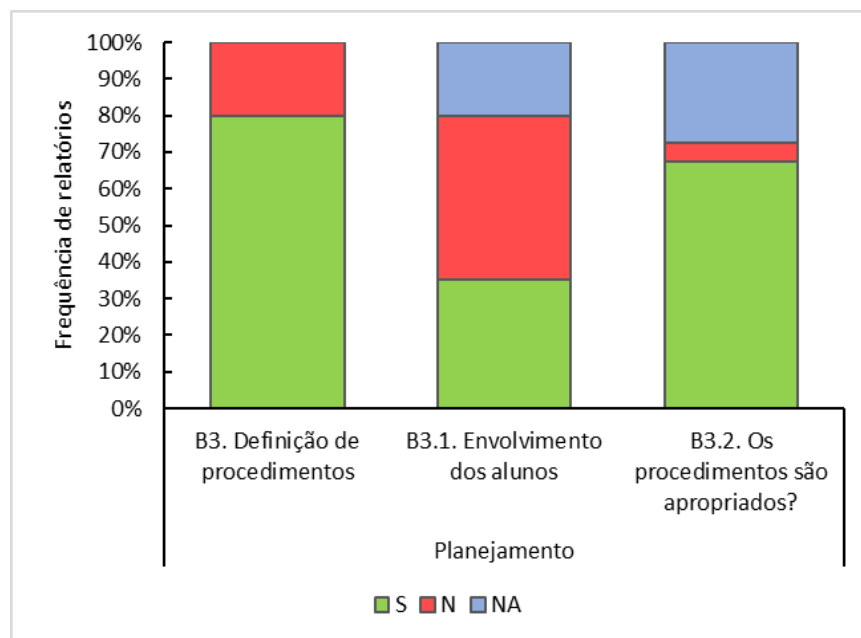


Figura 4: Definição e adequação de procedimentos de investigação e envolvimento dos alunos

Aqui, novamente observa-se o planejamento deliberado de uma sequência didática estruturada e com baixo nível de abertura, algo que pode estar associada à pouca experiência dos licenciandos, como discutido no item “problema/questão”.

- **Coleta de dados**

A ocorrência de coleta de dados (elemento B4), o envolvimento dos alunos na coleta (elemento B4.1), o incentivo ao registro dos dados (elemento B4.2) e a adequação dos dados (elemento B4.4) foram bastante frequentes nos planos de intervenções (figura 5). O elemento correspondente ao incentivo à verificação dos dados (elemento B4.3) foi de difícil avaliação, o que fez com que muitos relatórios fossem identificados como NA para o elemento. Nos relatórios em que foi possível fazer a avaliação, o elemento foi pouco frequente, conforme a figura 5 indica.

Observa-se que, nesses elementos, os licenciandos conseguiram oferecer maior autonomia aos alunos. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de ser bastante comum os professores entenderem que o EnCI se pauta essencialmente na execução de experimentos, cabendo ao aluno “fazer coisas”. Desse modo, os licenciandos podem se preocupar mais em prover momentos em que os alunos possam efetivamente executar algo operacional, como a coleta de dados (DEBOER, 2006). Esse autor também destaca que as questões e procedimentos são frequentemente pensados pelo professor e, nesse caso, não é raro que o envolvimento dos alunos com a coleta de dados ocorra de modo insatisfatório por não corresponder a um interesse legítimo dos alunos.

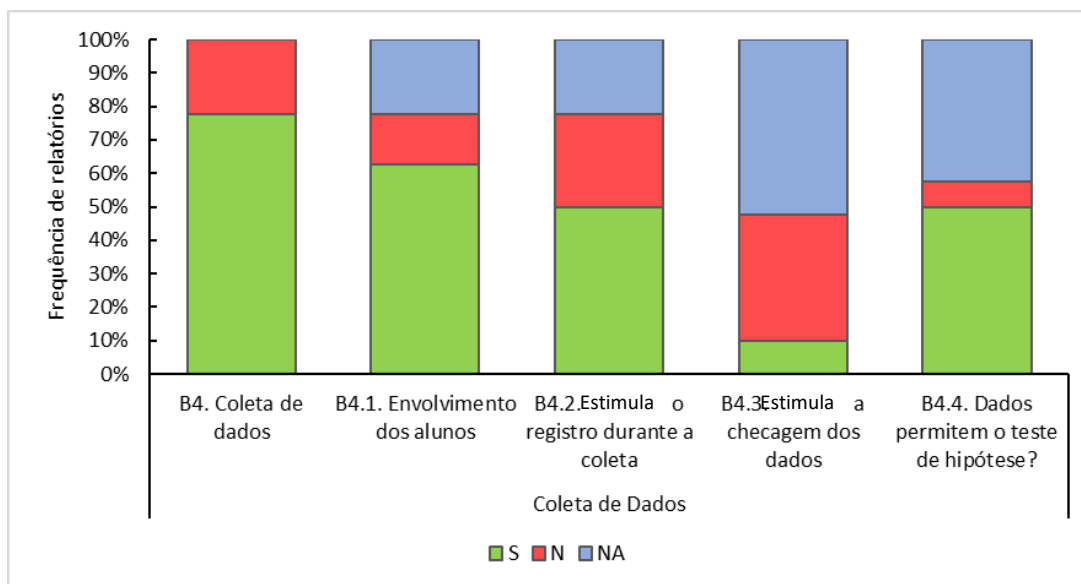


Figura 5: Coleta de dados, envolvimento dos alunos e estímulo à realização de registros, checagem de dados e teste de hipótese e/ou previsão

### (C) Guia as análises e conclusões

Nesse tema, percebe-se pela figura 6 uma grande ocorrência da intenção por parte do licenciando em incentivar os alunos a analisarem os dados (elemento C1) e elaborarem conclusões (elemento C2), 65% e 73% dos relatórios, respectivamente. Metade dos planos mostram uma preocupação em incentivar os alunos a justificarem suas conclusões com base em conhecimentos científicos (elementos C3). Contudo, é pouco frequente o incentivo à verificação das conclusões frente aos resultados (elementos C4) e à comparação das conclusões com a hipótese e/ou previsão ou com o problema e/ou questão de investigação (elementos C5 e C6, respectivamente). A pouca ocorrência desses últimos elementos, somada ao pouco incentivo aos alunos para uma reflexão da investigação como um todo (elemento C7), indicam o pouco trabalho em sala de aula com elementos que propiciam o entendimento da natureza da ciência pelos alunos. Crawford (2007) e Borda Carulla (2012) apontam que a inexistência ou inadequação do entendimento do professor sobre o conteúdo científico, a natureza da ciência e o próprio EnCI são fatores que dificultam a implementação desses e de outros elementos do EnCI.

### (D) Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo

A figura 7 evidencia que o incentivo ao trabalho em grupo e à comunicação do trabalho entre os alunos (elementos D1 e D2, respectivamente) são bastante frequentes. Por outro lado, o posicionamento crítico dos alunos frente aos relatos dos colegas (elemento D3) é um fator identificado em somente 25% dos relatórios de investigação analisados.

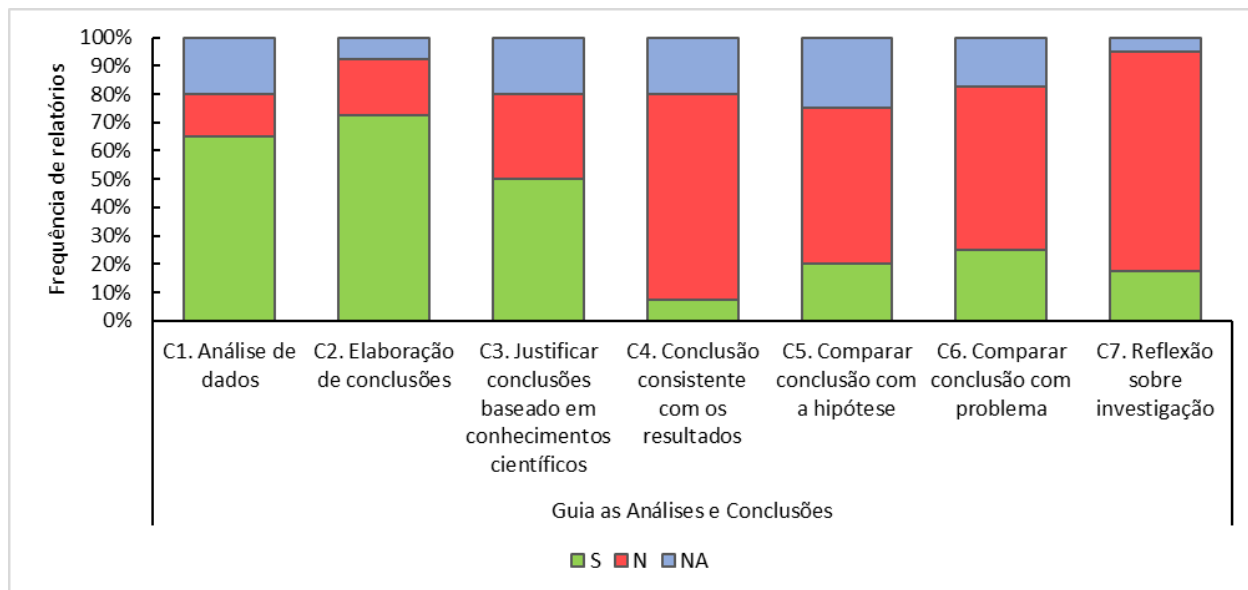


Figura 6: Análise de dados, elaboração de conclusão e reflexão sobre o processo investigativo

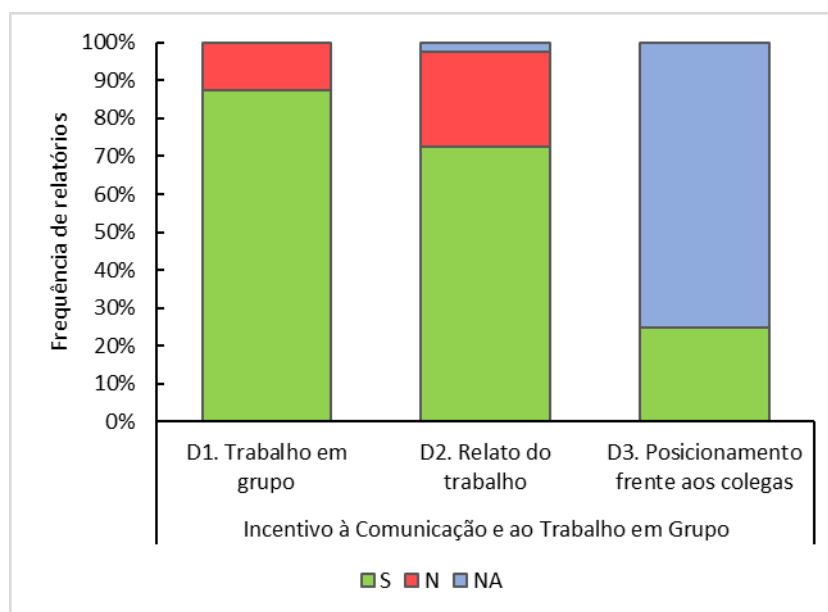


Figura 7: Trabalho em grupo e relatos do trabalho

### (E) Estágios futuros à investigação

Ao observar a figura 8, é evidente que foi pouco frequente a ocorrência das categorias referentes à aplicação do conhecimento construído em novas situações (elemento E1) e à elaboração de novas questões a partir da investigação (elemento E2), sendo o primeiro presente em 18% e o segundo em 8% dos relatórios analisados. É válido destacar que o contexto de estágio do licenciando pode ter contribuído para a baixa ocorrência dessas categorias, pois os professores em formação inicial fazem apenas uma intervenção pontual nas turmas de alunos que estão acompanhando. Talvez, se o estágio tivesse uma duração maior e houvesse a demanda de haver mais de uma intervenção, a utilização desses elementos fosse mais frequente.

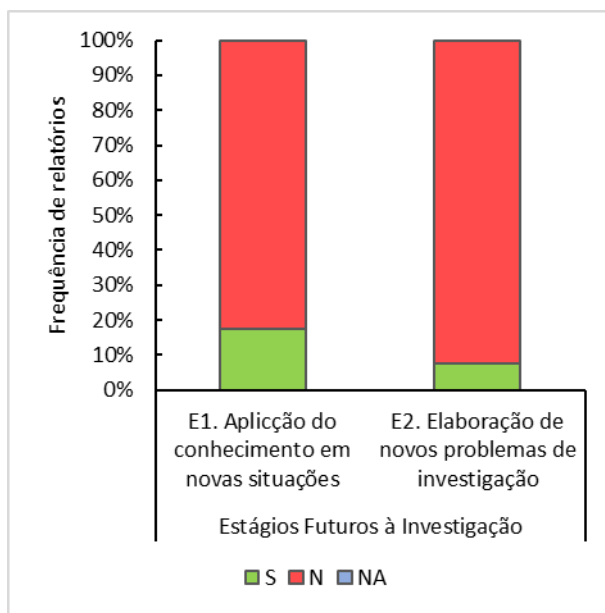


Figura 8: Aplicação do conhecimento em novas situações e elaboração de novos problemas

## Considerações Finais

É possível perceber, de acordo com os resultados, um contraste entre os elementos em que os alunos apresentaram maior protagonismo e os em que os licenciandos tenderam a centralizar em si mesmos. Pode-se dizer que, de maneira geral, o estímulo ao interesse na investigação, o engajamento dos alunos na elaboração de hipóteses e/ ou previsões, a coleta de dados e a emissão de conclusões marcaram os momentos em que os alunos apresentam maior protagonismo. Já a definição do problema e/ou questão de investigação e o planejamento da investigação marcaram os principais momentos em que os professores exerceram maior protagonismo.

O fato de a maioria dos professores terem pouca ou nenhuma experiência em aprender e ensinar ciências através da abordagem investigativa leva a algumas das dificuldades na implementação do EnCI, o que evidencia a necessidade de um maior espaço nos cursos de formação inicial para esse tipo de abordagem de ensino. Porém, apesar dessas dificuldades, vários elementos foram colocados em prática, desse modo, parece que o maior desafio dos licenciandos é conseguir estabelecer que os alunos tenham maiores responsabilidades na condução das suas investigações.

## Referências

BANCHI, H.; BELL, R. The many levels of inquiry: inquiry comes in various forms. **Science and Children**, n. 46, 2008, p. 26-29.

BORDA CARULLA, S. **Tools for Enhancing Inquiry in Science Education**. Montrouge: Fibonacci Project, 2012. 51 p.

CARDOSO, M.J.C.; SCARPA, D.L. (em preparação). Uma ferramenta para analisar e planejar atividades e sequências didáticas investigativas.

CARVALHO, A. M. O ensino de ciências e a proposição de sequência de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. et al. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learnig, 2013, p. 1-25.

CRAWFORD, B. Learning to Teach Science as Inquiry in the Rough and Tumble of Practice. **Journal of Research in Science Teaching**, V. 44, n. 4, 2007, p. 613–642

DEBOER, G. E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In Flick, L.B.; Lederman, N.G (eds.). **Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education**. Dordrecht: Springer, 2006, cap. 2, p. 17-35.

FARJI-BRENER, A. G. ¿Son hipótesis las hipótesis estadísticas? **Ecología Austral**, V. 14, n. 8400, 2004, p. 201–203.

JONG, T. de. Scaffolds for scientific Discovery. In ELEN, J.; CLARK, R. E. (eds.). **Handling Complexity in Learning Environments: Theory and Research**. Oxford: Elsevier, 2006, cap. 6, p. 107-128.

KRÄMER, P.; NESSLER, S. H.; SCHLÜTER, K. Teacher students' dilemmas when teaching science through inquiry. **Research in Science & Technological Education**, V. 33, n. 3, 2015, p. 325-343.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, V. 9, n. 1, 2007, p. 72-89.

PEDASTE, et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**. V. 14, 2015, p. 47–61.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. **Ciência e educação (Bauru)**, V. 11, n. 2, 2005, p. 191-211.