

REESTRUTURANDO CONHECIMENTOS CIENTÍFICO-BIOLÓGICOS E A FALÁCIA DO NÃO-PENSAR

RESTRUCTURING SCIENTIFIC-BIOLOGICAL KNOWLEDGE AND THE FALLACY OF NOT-THINKING

GUILHERME ORSOLON DE SOUZA

Centro Federal de Educação Tecnologia Celso Suckow da Fonseca, CEFET, Valença, RJ, Brasil
Doutor em Ciências. E-mail: guilherme.souza@cefet-rj.br
<https://orcid.org/0000-0003-0651-585X>

RAFAEL JEFFERSON FERNANDES

Centro Federal de Educação Tecnologia Celso Suckow da Fonseca, CEFET, Valença, RJ, Brasil
Doutor em Linguística. E-mail: rafael.fernandes@cefet-rj.br
<https://orcid.org/0000-0002-8023-1604>

Submissão: 26-03-2025 - Aceite: 05-05-2025

RESUMO: Superar o ensino conteudista, focado historicamente na memorização e na reprodução dos conhecimentos, está relacionado a (re)pensar a aprendizagem como processo de construção de significados. Como objetivo, analisou-se, a partir de sequências interativas, como os estudantes mobilizam competências, habilidades e distintos campos do conhecimento com intuito de (re)estruturarem conceitos, fenômenos e/ou processos biológicos, científicos e tecnológicos. Para tanto, foram elaboradas quatro unidades didáticas que continham atividades teórico-práticas que abordam as ‘linguagens’ frequentemente utilizadas para comunicação visual e escrita no Ensino de Ciências: texto científico; gráficos e tabelas; figuras, esquemas e ilustrações e atividade experimental (método científico). Elas articulavam em si as dimensões epistemológica e metodológica e foram aplicadas em 61 estudantes do Ensino Médio Técnico Integrado em Química e em Alimentos do CEFET/RJ, Unidade Valença entre maio e dezembro de 2024. As atividades versavam sobre biologia celular e molecular de modo problematizado e contextualizado, a fim de estabelecer a sala de aula como espaço dialógico e mediado onde, dialeticamente, as dimensões conceitual, social e contextual das Ciências pudessem emergir e se integrarem. Como resultado, notou-se que os estudantes mobilizaram e relacionaram diferentes conhecimentos, competências e habilidade para superarem dificuldades, preencherem lacunas e solucionarem situações-problema de modo proativo, coletivo e colaborativo. Consequentemente, deve-se investir em práticas pedagógicas que congreguem em uma sala de aula a linguagem, o pensamento e a experiência para que o processo de ensino-aprendizagem, focado na construção de significados, se estabeleça e os conhecimentos biológicos, científicos e tecnológicos sejam apreendidos pelos estudantes de modo mais profundo e abrangente.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Biologia. Sociointeracionismo. Aprendizagem significativa.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons
Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

ABSTRACT: Overcoming content-based teaching, historically focused on memorization and reproduction of knowledge, is related to (re)thinking learning as a process of constructing meanings. The objective was to analyze, based on interactive sequences, how students mobilize skills, abilities and different fields of knowledge to (re)structure biological, scientific and technological concepts, phenomena and/or processes. To this end, four teaching units were developed that contained theoretical-practical activities that address the 'languages' frequently used for visual and written communication in Science Teaching: scientific text; graphs and tables; figures, diagrams and illustrations and experimental activity (scientific method). They articulated the epistemological and methodological dimensions and were applied to 61 students at high school integrated to chemistry and food technical courses at CEFET/RJ, Valença Unit, between May and December of 2024. They dealt with cellular and molecular biology in a problematized and contextualized way, to establish the classroom as a dialogical and mediated space where, dialectically, the conceptual, social and contextual dimensions of science could emerge and integrate. It was noted that students mobilized and related different knowledge, skills and abilities to overcome difficulties, fill gaps and solve problem situations in a proactive, collective and collaborative way. Consequently, investment must be made in pedagogical practices that bring together language, thought and experience in a classroom so that the teaching-learning process, focused on the construction of meanings, is established and biological, scientific and technological knowledge is learned by students in a deeper and more comprehensive way.

KEYWORDS: Biology Teaching. Sociointeractionism. Meaningful Learning.

Introdução

O processo ensino-aprendizagem em Ciências Naturais e Biologia vem sendo estruturado, por muitas décadas, considerando basicamente a dimensão conceitual das disciplinas. Como consequência, deparamo-nos com estudantes que têm grandes dificuldades na interpretação e na análise dos próprios conteúdos disciplinares. Da mesma forma, essa dificuldade fica evidenciada quando são chamados a posicionarem-se de modo crítico e reflexivos frente a questões de ordem científica, tecnológica e biológica sobre o mundo contemporâneo (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

Repensar essa questão envolve, necessariamente, reestruturar os processos de ensino-aprendizagem a partir de uma perspectiva que incorpore e articule, em sala de aula, as dimensões conceituais e contextuais das Ciências e da Biologia, rompendo com uma perspectiva de ensino memorístico-reprodutivista. Nesse espectro, a aprendizagem como processo de construção de significados surge como uma possibilidade para superarmos esse desafio (MOREIRA, 2011). Nessa perspectiva, o processo ensino-aprendizagem em Ciências e Biologia agrupa também outras áreas do conhecimento, diferentes disciplinas, contexto social, político, histórico, econômico, ambiental etc. Agrega, ainda, o desenvolvimento de algumas competências e habilidades, conforme proposto e definido pela Base Nacional Curricular Comum (BNCC).

[...] competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (BRASIL, 2018, p. 8)

A vista disso, na condição de docentes-pesquisadores, debruçamo-nos em desenvolver estratégias didático-pedagógicas que articulam, em si, as dimensões epistemológicas e metodológicas, a fim de auxiliar os estudantes no desenvolvimento dos conhecimentos científicos, tecnológicos e biológicos, que estão expressos não só nos conteúdos a serem ensinados em sala de aula, mas também competências e habilidades necessárias a uma formação crítica, reflexiva e cidadã, uma vez que

Essas situações transcendem a simples transmissão de informações e englobam o desenvolvimento de outras habilidades que permitem aos estudantes não só avaliar e discernir criticamente as informações que encontram, mas também entender as diversas complexidades da sociedade sobrerecarregada de informações, a partir da capacidade de distinguir fontes confiáveis das não confiáveis e compreensão da importância da evidência científica para a construção de uma sociedade justa e progressista. (SILVA-JUNIO; RIBEIRO, 2024, p. 10)

Para isso, consideramos que o docente deve estruturar a sala de aula como um espaço dialógico, através de mediações e interações didáticas, visto que a linguagem pode funcionar como uma ferramenta que articula e organiza o contexto social, auxiliando no estabelecimento de uma ‘Zona de Desenvolvimento Proximal’, descrita por Vygotsky como sendo

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKY, 2008, p. 97)

Dessa maneira, a apreensão dos novos conhecimentos, o desenvolvimento do aprendiz, o entendimento e a solução de uma situação-problema vão sendo realizados com a ajuda do(s) outro(s), ou seja, estudantes, docente e objeto de estudo em um contexto interativo-construtivo (VYGOTSKY, 2001, 2008). Portanto, reiteramos a relevância da mediação docente durante o processo de construção de significados. Nessa perspectiva vigostkiana, o conhecimento se estrutura em uma rede conceitual à medida que um dado conceito adquire significado na relação que estabelece com outro conceito. Assim, a aprendizagem antecede o desenvolvimento cognitivo do estudante devido à assimilação de instrumentos mediadores (VYGOTSKY, 2008).

Entendemos, portanto, que os estudantes precisam experimentar algumas atividades teórico-práticas de natureza cultural, próximas daquelas de caráter científico, a fim de promover o processo de construção de significados. Isto é, para que a aprendizagem se estabeleça e se estruture, torna-se necessário proporcionar aos estudantes situações problematizadas e contextualizadas, a mobilização de concepções, a observação adequada, a construção de hipótese, o uso de metáforas e analogias, a estruturação de relações conceituais e a explicação de situações-problema, fenômenos e processos, para caracterizar a aprendizagem em Biologia “[...] como um processo que articula dialeticamente as dimensões social e cognitiva.” (MACHADO, 2013, p. 1253).

Nesse sentido, torna-se relevante promover relações e associações mais significativas que podem ser realizadas entre os conhecimentos prévios, ou os ‘subsunções’ preexistentes na estrutura cognitiva dos estudantes, as atividades propostas e os novos conhecimentos que estão sendo trabalhados em uma sala de aula de Biologia (MOREIRA, 2011). Dessa forma, estruturar e (re)construir um determinado corpo de conhecimento científico, biológico e tecnológico está profundamente relacionado ao “desenvolvimento de modos de observar, e de modos de

relacionar-se com a realidade. Isso implica e supõe os modos de pensar (pensamento), os modos de falar (linguagem) e os modos de fazer (experiência), mas sobretudo, a capacidade de juntar todos esses aspectos.” (ARCÀ; GUIDONI; MAZZOLI, 1990, p. 24-25, grifo dos autores). Logo, para auxiliar o docente na criação da sala de aula como um espaço dialógico, interativo e colaborativo, utilizamos a perspectiva de Zabala (1998) sobre unidade didática como um grupo de atividades de caráter teórico-práticas que devem ser aplicadas de forma “[...] ordenada, estruturada e articulada para realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.” (ZABALA, 1998, p. 18).

Para contextualizar, cabe pontuar que nossos dados foram extraídos do projeto de ensino intitulado ‘Esse(a) aluno(a) não pesa? Reestruturando conhecimentos científicos-biológicos e desconstruindo a falácia do ‘não-pensar’. Com base nos pressupostos de Souza (2024), este projeto foi criado para auxiliar os estudantes, que ingressam no primeiro ano do Ensino Médio, a superar as principais lacunas e dificuldades no processo de ensino-aprendizagem, em Ciências Naturais e em Biologia, que vinham sendo, recorrentemente, observados em sala de aula.

Assim, para superar dificuldades e preencher algumas lacunas sobre o conhecimento científico e biológico, foram elaboradas quatro unidades didáticas que continham atividades teórico-práticas que abordam as ‘linguagens’ frequentemente utilizadas para comunicação visual e escrita no Ensino de Ciências, são elas: i- ‘texto científico’ – leitura e interpretação de informação em contidas em artigos, notas científicas ou enunciados de questões; ii- ‘gráficos e tabelas’ – localização, interpretação, intervenção e transformação de informações contidas em gráficos e tabelas; iii- ‘figuras, esquemas e ilustrações’ – desenvolvimento do pensamento abstrato, ou daquilo que não pode ser observado diretamente; iv- ‘atividade experimental’ – vivência em laboratórios de ciências e no método científico (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009; KRASILCHIK, 2016; SOUZA, 2024).

Na perspectiva de aprendizagem como processo de significação, nosso trabalho tem como objetivo analisar, a partir de sequências interativas, de que forma os estudantes mobilizam competências, habilidades e conhecimentos de campos de conhecimento distintos, a fim de (re)estruturar conceitos, fenômenos e/ou processos biológicos, científicos e tecnológicos.

Percursos Metodológicos

A natureza da pesquisa

Nosso estudo apresenta natureza qualitativa porque a realidade estudada não é mensurável, ou seja, está ancorada na interpretação de fenômenos e no ambiente natural como fonte direta de onde emergem compreensões a respeito do contexto em que estamos imersos, atendendo ao

[...] universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes. Esse conjunto de fenômenos humano é entendido aqui como parte da realidade social, pois o ser humano se distingue não só por agir, mas por pensar sobre o que faz e por interpretar suas ações dentro e a partir da realidade vivida e partilhada com seus semelhantes (MINAYO, 2009, p. 21).

Dessa forma, nossa interpretação se realiza pela compilação de dados reais, objetivos do universo que vivenciamos e, por conseguinte, a dimensão subjetiva dos docentes-pesquisadores

surge, inevitavelmente, no transcorrer do trabalho, na construção dos significados, a partir da observação participante e do contato direto e pessoal com o universo investigado (VÍCTORA; KNAUTH; HASSEN, 2000).

O local e sujeitos da pesquisa

Este estudo foi realizado a partir do projeto de ensino ‘Esse(a) aluno(a) não pensa? Reestruturando conhecimentos científicos-biológicos e desconstruindo a falácia do ‘não-pensar’, avaliado e aprovado por uma comissão científica interna estabelecida conforme o Edital Nº 01/2024 (Diretoria de Ensino-DIREN) referente ao Programa de Bolsas de Projeto de Ensino da Graduação no Ensino Superior (PBPEN-SUP) e da Educação Profissional Técnica de Nível Médio (PBPEN-EM) e Auxílio Financeiro. Seguindo a Resolução nº 674, de 6 de maio de 2022, Art. 26, o inciso VIII, dispensa de apreciação, pelo Sistema CEP/Conep, atividade realizada com o intuito exclusivamente de educação, ensino, extensão ou treinamento, sem finalidade de pesquisa científica, de alunos de graduação, de curso técnico, ou de profissionais em especialização.

Contudo, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), destacando os objetivos do trabalho, justificativa, uma introdução sobre desenvolvimento metodológico dos trabalhos, sobre o docente-pesquisador, aspectos éticos, de sigilo, de armazenamento e de confidencialidade dos dados e dos participantes envolvidos, foi estruturado e enviado aos pais e/ou aos responsáveis legais para anuência e assinatura.

Especificamente, esse projeto atendeu 61 estudantes ingressantes no primeiro ano do Ensino Médio Técnico Integrado em Química (14 do sexo feminino e 17 do sexo masculino) e em Alimento (18 do sexo feminino e 12 do sexo masculino), do Centro de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ, situado em Valença, RJ, Brasil.

Sobre a elaboração das unidades didáticas

No que tange à nossa abordagem, lançamos mão da abordagem teórico-metodológica de Zabala (1998) para elaborar as unidades didáticas. Nessa perspectiva, entendemos ela constitui uma ou um grupo de atividades teórico-práticas construídas e aplicadas de modo articulado com alguns ‘objetivos de aprendizagem’, a saber, identificar os conhecimentos prévios e articulá-los com os novos saberes que se deseja trabalhar; desenvolver conteúdos e/ou temáticas potencialmente significativas e apropriadas ao nível de compreensão e de desenvolvimento dos estudantes requerer ações e movimentos que estimulem o processo de aprendizagem e desenvolver e estimular a autoestima, a proatividade, as ações coletivas e colaborativas, estruturando a disposição e a capacidade nos estudantes de aprender a aprender.

Uma vez que este já era um dos conteúdos trabalhados em nossos primeiros anos, utilizamos as temáticas abordadas pela Biologia Celular e Molecular para construir, de modo contextualizado e problematizado (KRASILCHIK, 2016), as atividades teórico-práticas que compuseram as unidades didáticas, tais como: biomoléculas (proteínas, lipídios, carboidratos, ácidos nucleicos, água, vitaminas, sais minerais); anatomia e fisiologia da membrana plasmática (transportes transmembrana passivo, ativo e osmose); metabolismo das organelas citoplasmáticas (principais formas e funções); divisão e metabolismo do núcleo celular (duplicação do DNA,

transcrição do RNA, tradução de proteínas; mitose e meiose); biotecnologia (melhoramento genético, clonagem, transgenia, terapia gênica).

Para levar a cabo o projeto, como mencionamos, construímos quatro unidades didáticas nas quais as atividades teórico-práticas abordavam as ‘linguagens’ frequentemente utilizadas para comunicação visual e escrita no Ensino de Ciências, são elas: i- ‘texto científico’ – leitura e interpretação de informação em contidas em artigos, notas científicas ou enunciados de questões; ii- ‘gráficos e tabelas’ – localização, interpretação, intervenção e transformação de informações contidas em gráficos e tabelas; iii- ‘figuras, esquemas e ilustrações’ – desenvolvimento do pensamento abstrato, ou daquilo que não pode ser observado diretamente; iv- ‘atividade experimental’ – vivência em laboratórios de ciências e no método científico (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009; KRASILCHIK, 2016; SOUZA, 2024).

Geração e análise de dados

Nossos dados foram gerados a partir de audiogramas de todos os nossos encontros semanais. Assim, a partir dos diálogos transcritos, uma matriz analítica foi estruturada na qual foram agrupadas o tema, o conteúdo do discurso do docente, as mediações, as interações e as abordagens de comunicação realizadas entre docente-estudantes, estudantes-estudantes e/ou estudantes-objeto de estudo no decorrer das atividades propostas. Essas são sequências interativas, representadas por ‘falas’ ou por ‘turnos de falas’ enumerados, caracterizando as menores unidades de análise (adaptado de MORTIMER *et al.*, 2007). Por questões éticas os nomes dos estudantes foram substituídos pelo código - Aluno(a)⁰⁰.

Resultados e Discussão

Com intuito de auxiliar na análise dos dados, apresentamos os resultados e a discussão em dois momentos interativos em que os estudantes, a partir da mediação docente, mobilizam seus saberes e vivências prévias em outras áreas do conhecimento para dar forma ao objeto de estudo. No primeiro, durante a atividade ‘gráficos e tabelas’, os estudantes são convocados a identificar, a localizar, a interpretar, a intervir e/ou a converter informações contidas em tabelas e em gráficos. No segundo, evidenciamos como os estudantes associam a leitura e a interpretação de informação contidas em artigos, notas científicas ou enunciados de questões durante a atividade denominada ‘texto científico’.

Quando a Biologia encontra a Matemática

A sequência interativa abaixo destaca um momento em que, mediados por um dos docentes, três estudantes discutem e elaboram uma atividade sobre transposição de informações (obtidas em uma atividade anterior) sobre a composição bioquímica do citoplasma celular, que estão contidas em uma tabela, para um gráfico cartesiano simples (Tabela 1).

Tabela 1: Sequência interativa referente ao tópico ‘gráficos e tabelas’. Valença/RJ, 2024.

1. Docente:	<i>É possível pegar esses dados e transformar em gráfico? (dados percentuais obtidos em uma atividade anterior sobre composição bioquímica citoplasmática)</i> <i>Vocês sabem o que um gráfico cartesiano?</i>
2. Aluna⁰¹:	<i>É tipo aquele plano cartesiano?</i>
3. Docente:	<i>Sim! Desenha no quadro pra mim!</i>
4. Aluna⁰²:	<i>Ah, o plano cartesiano que aprendi na escola é assim, aí tem ... tipo os numerozinhos, ... aí só não lembro os pontos negativos e positivos, mas acho que...sei lá! (desenha no quadro o plano com quatro quadrantes e propõe escala numérica, mas tem dificuldade em indicar os valores positivos e negativos nos eixos)</i>
5. Aluna⁰¹:	<i>Positivo encima e negativo embaixo!</i>
6. Aluno⁰³:	<i>Negativo pro lado esquerdo.</i>
7. Aluna⁰¹:	<i>Negativo esquerda e positivo direita.</i>
8. Aluna⁰²:	<i>Aqui é positivo, né?</i>
9. Aluna⁰¹:	<i>Sim!</i>
10. Docente:	<i>Está faltando alguma coisa no gráfico?</i>
11. Aluno⁰³:	<i>O xis e o ípsilon!</i>
12. Aluna⁰²:	<i>Ah é! Verdade!</i>
13. Docente:	<i>Falta algo mais no gráfico? Como vocês estão mostrando um plano cartesiano, existe um outro elemento que pode aparecer.</i>
Todos:	Observam o gráfico em silêncio.
14. Docente:	<i>Ele [o gráfico] termina aqui? (aponta para o final da reta numerada).</i>
15. Aluna⁰¹:	<i>Não! É infinito.</i>
16. Aluna⁰²:	<i>Infinito.</i>
17. Aluno⁰³:	<i>Infinito.</i>
18. Docente:	<i>Como se representa o infinito?</i>
19. Aluna⁰²:	<i>Ah! O sinal de mais infinito e menos infinito!</i>
20. Aluna⁰¹:	<i>Aluna⁰², é igual ao oito deitado. Você coloca um traço e mais infinito e pra cá você coloca outro traço e menos infinito. (aponta no gráfico os locais para as marcações)</i>

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

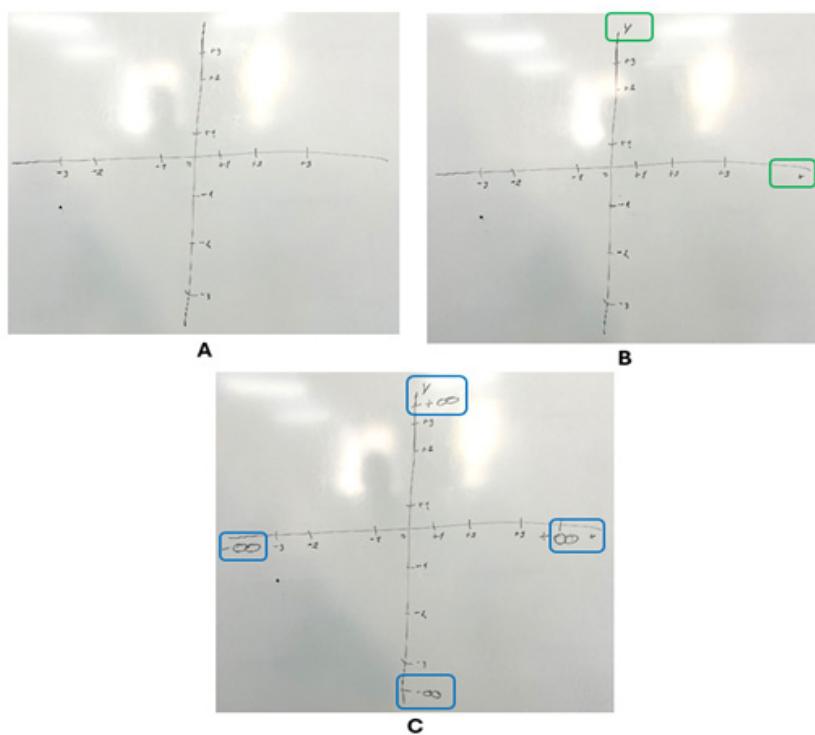
Com intuito de acionar os conhecimentos prévios dos estudantes, o docente ao iniciar a atividade, ao mesmo tempo, problematiza e situa a atividade em seu objetivo inicial – interconverter e apresentar os mesmos dados em diferentes formatos como tabelas e gráficos (turno 1). Para resolver a situação biológica, nota-se que a Aluna⁰¹ mobiliza, ainda com alguma dúvida, conhecimentos, provavelmente, oriundos do campo do conhecimento matemático (turno 2). O Docente estimula a participação mais dinâmica na sala pedindo que demonstre o plano cartesiano no quadro branco (turno 3). Na sequência, com imprecisão e timidez, a Aluna⁰² inicia o desenho do plano cartesiano (Figura 1A), mas demonstra dificuldade em posicionar os números positivos e negativos nos eixos xis e ípsilon (turno 4). Prontamente, a Aluna⁰¹ e o Aluno⁰³ ajudam nesse posicionamento (turnos 5-9) e concluem o desenho (Figura 1B).

Para fazer avançar um pouco mais, o docente questiona a falta de um elemento no plano cartesiano desenhado e inicia uma mediação (turno 10). Todos observam atentamente e o Aluno⁰³ identifica a falta da representação do xis e do ípsilon nos eixos (turno 11), com concordância da Aluna⁰² (turno 12). Agora o Docente intervém novamente para aprofundar ainda mais o conhecimento (turnos 13-14). A Aluna⁰¹, a Aluna⁰² e o Aluno⁰³ relacionam corretamente a necessidade de demonstrar que as retas do gráfico tendem ao infinito (turnos 15-17). O Docente solicita a demonstração do infinito (turno 18). A Aluna⁰² comprehende essa solicitação e, posteriormente, a Aluna⁰¹ auxilia o raciocínio anterior por meio do posicionamento do infinito, representando-o pelo símbolo da lemniscata (palavra derivada do latim *lemniscus*) (turnos 19-20), finalizando corretamente a representação do plano cartesiano proposto inicialmente (Figura 1C).

Nessa sequência interativa, após problematização inicial do Docente, os estudantes mobilizam conhecimentos prévios, aparentemente, vivenciados e, supostamente, aprendidos em um ambiente matemático para dar forma ao objeto de estudo que está sendo, agora, contextualizado em Biologia. Nota-se que a Aluna⁰² apresenta algum ‘esquecimento’, ou ‘obliteração’ parcial do conhecimento que está sendo trabalhado. Contudo, não se trata de um fator limitador para o processo que está se estabelecendo em sala de aula porque, ao discutirem o correto posicionamento os números positivos, os negativos, o menos e o mais infinito nos eixos xis (abcissa) e ípsilon (ordenada) (Figura 1), intrinsecamente, estão movimentando e (re) construindo o conjunto dos números inteiros, $Z = \{-\infty, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, +\infty\}$.

Figura 1: Construção do plano cartesiano pelos estudantes. A - a primeira proposição; B - em verde a indicação dos eixos xis e ípsilon; C – em azul a complementação final com indicação dos infinitos.

Valença/RJ, 2024.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Deve-se compreender que, quando se trabalha com processos de aprendizagem como construção de significados, é esperado que os estudantes mobilizem conhecimentos parciais sobre determinado assunto porque quando

[...] um subsunçor não é frequentemente utilizado, ocorre essa inevitável obliteração, essa perda de discriminação entre significados. É um processo normal do funcionamento cognitivo, um esquecimento, mas em se tratando de aprendizagem significativa, a reaprendizagem é possível e relativamente rápida. (MOREIRA, 2011, p. 17)

No entanto, no espaço dialógico instaurado pelo Docente em sala de aula, essa mesma Aluna é prontamente auxiliada para que remodele o objeto de estudo. Desse modo, ao mesmo tempo em que alguns subsunçores são prontamente acionados e outros precisam ser restruturados, percebemos também que se inicia o estabelecimento de uma Zona de Desenvolvimento Proximal conforme a Aluna⁰¹, a Aluna⁰² e o Aluno⁰³ vão reestruturando o plano cartesiano de modo colaborativo (VYGOTSKY, 2008).

Em outras palavras, o conhecimento sobre o plano cartesiano inicialmente mobilizado individualmente pela Aluna⁰¹, e na sequência pela Aluna⁰², começa a ser negociado e compartilhado em um nível coletivo (dimensão intersubjetiva), quando a Aluna⁰² anuncia para o grupo sua dúvida ([...] *aí só não lembro os pontos negativos e positivos, mas acho que...sei lá!*) e é prontamente auxiliada pela Aluna⁰¹ (*Positivo encima e negativo embaixo!*) e pelo Aluno⁰³ (*Negativo pro lado esquerdo.*).

Nos turnos de fala que se seguem continuam a (re)significarem até ajustarem, coletiva e colaborativamente, o plano cartesiano. Considerando tais movimentos de significação, devemos destacar que, para Vygotsky, uma função psicológica superior como “memória, consciência, percepção, atenção, fala, pensamento, vontade, formação de conceitos e emoção, se intercambiam nesta rede de nexos ou relações e formam, assim, um sistema psicológico, em que as funções se relacionam entre si.” (SOUZA; ANDRADA, 2013), surgindo sempre a partir de dois planos: inicialmente o plano social (interpsicológico) e depois no plano psicológico (intrapsicológico) (VYGOTSKY, 2008).

Consequentemente, os estudantes passam a ser sujeitos ativos, críticos e reflexivos, ou seja, são coconstrutores dos seus conhecimentos à medida que nas

[...] aprendizagens significativas, as chamadas aprendizagens com compreensão ou aprendizagens profundas, são reflexivas, construídas ativamente pelos alunos e autorreguladas. Por isso, eles não são encarados como meros receptores que se limitam a “gravar” informação, mas antes como sujeitos ativos na construção de suas estruturas de conhecimento. Conhecer alguma coisa significa ter de interpretá-la e ter de relacioná-la com outros conhecimentos já adquiridos. (FERNANDES, 2009, p. 33)

Dessa maneira, esses movimentos de ordem cognitiva entre conhecimentos prévios e os novos (MOREIRA, 2011), o desenvolvimento de atitude proativa, coletiva e colaborativa, ao desenvolverem as atividades em sala de aula (ZABALA, 1998) e o acionamento de competências e habilidade diversas (SILVA-JUNIO; RIBEIRO, 2024), podem ficar mais elaboradas conforme novas situações e contextos também mais complexos vão sendo apresentadas em sala de aula, como registrado na próxima seção.

Quando a Biologia explica a História e vice-versa

A segunda sequência interativa ocorre quando o docente trabalha as atividades contidas no tópico ‘texto científico’, que consistia no desenvolvimento da leitura e da interpretação de informações contidas em artigos, notas científicas ou enunciados de questões. Especificamente, a sequência registra, dentro da temática biotecnologia, um dos momentos em que o Docente desdobra em sala de aula a técnica denominada melhoramento genético¹, focado em animal e em vegetal (Tabela 2).

Tabela 2 – Sequência interativa referente ao tópico ‘texto científico’. Valença/RJ, 2024.

1. Docente:	<i>Primeiro vamos pensar o que é um melhoramento genético! Na prática, qual é a técnica usada?</i>
2. Aluno⁰³:	<i>Professor, pode fazer melhoramento genético em humano?</i>
3. Todos:	Em silêncio.
4. Docente:	<i>Vamos lá! Inicialmente, escolhia-se aquele vegetal ou animal com características mais interessantes, por exemplo, espigas de milhos com maior tamanho e quantidade de grão, vacas com maior produção de leite, os bois maiores e mais fortes. Então reproduziam esses vegetais ou esses animais para que a prole apresentasse essas mesmas características de interesse.</i>
5. Aluna⁰⁴:	<i>Mas aí a gente já faz isso!</i>
6. Docente:	<i>A gente já faz?</i>
7. Aluna⁰⁴:	<i>Acho que sim!</i>
8. Docente:	<i>Como?</i>
9. Aluno⁰³:	<i>Por exemplo, igual aquele negócio de escravos que eram reprodutores?</i>
10. Docente:	<i>Como assim?</i>
11. Aluno⁰³:	<i>Sei lá... colocavam um escravo mais forte...</i>
12. Docente:	<i>Para que?</i>
13. Aluno⁰³:	<i>Pra reproduzir e continuar a ter mais escravos fortes.</i>
14. Docente:	<i>Vamos pensar! Estamos falando agora sobre seres humanos. Era um melhoramento genético? Escravizados tinham escolha? Tem outra passagem da História parecida com isso?</i>
Todos:	Observam o docente em silêncio.
15. Aluno⁰³:	<i>Ah! A Segunda Guerra Mundial!</i>
16. Docente:	<i>O que aconteceu? Quem tenta fazer isso?</i>
17. Aluno⁰³:	<i>O Hitler!</i>
18. Docente:	<i>O que ele queria fazer?</i>
19. Aluno⁰³:	<i>Purificação de raças! Ariana!</i>
20. Docente:	<i>Porque na cabeça dele era uma raça superior!</i>

1 No contexto da aula, tratávamos o ‘melhoramento genético’ como um conjunto de técnicas de biologia molecular e embriologia para aumentar a frequência de fenótipos ou de ‘alelos de interesse’ em indivíduos de uma população. Deve-se apreender que o objetivo maior dessa técnica é aumentar a produtividade de carne, ovos, leite, couro, madeira, produção de sementes, óleo etc., através de dois mecanismos: i. ‘seleção artificial’: escolha dos pais da próxima geração que apresentam maiores números de alelos favoráveis; ii. ‘cruzamento’: realiza-se o acasalamento entre indivíduos geneticamente diferentes, duas raças, linhagens, variedades, por exemplo, para se obter maiores heterose e complementariedade. Entende-se complementariedade como a escolha de duas raças/linhagens/variedade de interesse. Heterose quando a performance média dos filhos é superior à média dos pais, ou seja, a maior parte dos atributos desejáveis apresenta-se como genes dominantes e, ao cruzar indivíduos puros diferentes (homozigotos dominantes e recessivos), há uma tendência ao aumento da heterozigose, acarretando uma progénie com mais alelos favoráveis ou de interesse (EUCLIDES-FILHO, 1999).

21. Aluna⁰⁴:	É!
22. Docente:	<i>Ou seja, para ele aquelas eram as características que deveriam ser selecionadas. Só que, para que isso ocorresse, ele dizimava aqueles grupos que julgava inferiores.</i>
23. Aluno⁰³:	Todos concordam.
24. Docente:	<i>Então, Aluno⁰³, é possível fazer melhoramento genético em humanos?</i>
25. Aluno⁰³:	<i>Hum! Complicado né, professor! Não dá muito certo não!</i>

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A sequência interativa inicia quando o Aluno⁰³ questiona o Docente sobre a aplicação do melhoramento genético em humanos (turno 1). O Docente percebe a dúvida e que, aparentemente, não houve mobilização imediata ou são inexistentes conhecimentos prévios sobre esse assunto, sendo necessário prolongar e detalhar uma explicação de modo exemplificada para fazer avançar a atividade (turno 2). A lacuna apresentada pelo Aluno⁰³ vai sendo timidamente, e com ajuda do Docente, preenchida pela Aluna⁰⁴ (turnos 5-8). Imediatamente, o Aluno⁰³ propõe uma relação entre o que discutem em sala de aula com a situação de escravizados no Brasil colonial (turno 9).

Nesse primeiro momento, também por mediação docente, evidenciamos novamente como os estudantes podem relacionar conhecimentos muitas vezes (senão todas!) limitados a áreas específicas do conhecimento biológico, científico e tecnológico, como outras tradicionalmente afastadas. A ideia do melhoramento genético, agora ampliada pelo Aluno⁰³, passa a relacionar-se diretamente com saberes presentes na área das Ciências Humanas e Sociais. Assim sendo, inferimos que algumas barreiras que limitavam a intercomunicação entre áreas e/ou entre a estrutura meramente conceitual das disciplinas, que historicamente vem sendo organizadas e apresentadas nos currículos escolares (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014), deixam de existir e alguns conhecimentos passam a se interconectarem.

Desse modo, para fazer prosseguir a atividade, o Docente, percebendo que o Aluno⁰³ começa a construir uma relação analógica, estimula o diálogo pedindo maior aprofundamento (turnos 10-13). Com a finalidade de deixar o objeto de estudo mais complexo, o Docente problematiza o contexto novamente (turno 14). Após pequena pausa, o Aluno⁰³ correlaciona novo exemplo histórico mundial com o contexto que estão discutindo (turno 15). Em seguida, o Docente vai mediando algumas vezes e o Aluno⁰³ consegue detalhar fatos e personagens relacionados à Segunda Guerra Mundial (turno 16-19). O Docente encaminha para a conclusão da explicação com concordância da Aluna⁰⁴ (turnos 20-22) e, ao perceber que compreendem a explicação, questiona o Aluno⁰³ sobre sua pergunta inicial que conclui ser inviável a aplicação do melhoramento genético em seres humanos (turnos 23-25).

Para interconectar esses campos de conhecimentos distintos e estruturar esse novo significado ou para apreender essa nova ideia, o Aluno⁰³ usa uma analogia (*Por exemplo, igual aqueles escravos que eram reprodutores!*), ou seja, passa a estruturar o domínio alvo (o que necessita ser elucidado, a habilidade e o conhecimento biológico, científico e/ou tecnológico a serem desenvolvidos) apoiado em um domínio análogo ou naquilo que lhe é, aparentemente, total ou parcialmente conhecido (ou que pode lhe trazer alguma familiaridade). Cabe destacar que resultados semelhantes foram encontrados por Souza (2024), quando um aluno discute uma

relação comparativa, analógica, entre gráficos de energia de ativação catalisados ou não por enzimas que estavam construindo durante a atividade teórico-prática, ou o domínio alvo, com um gráfico de frequência cardíaca/eletrocardiograma, ou o domínio análogo.

A utilização de analogias é própria do desenvolvimento cognitivo humano, se realiza de forma espontânea e é proposta para representar ou expor algum(ns) conhecimento(s) (DELIZOICOV; ERN, 2003). Elas podem funcionar como instrumentos e/ou estratégias pedagógicas interessantes para (re)construção de conceitos, fenômenos e processos científicos, biológicos e tecnológicos pois facilita a comunicação entre um campo conceitual abstrato e desconhecido das Ciências (melhoramento genético como técnica de escolha e reprodução preferencial) com outro familiar, conhecido (contexto histórico sobre escravizados do Brasil colonial escolhidos para fins reprodutivos, por exemplo) (GLYNN, 1991). Da mesma forma, estimulam também a criatividade e promovem interação entre conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva dos estudantes com aqueles novos ou que se deseja (re)construir (RIGOLON; OBARA, 2010).

Embora esses movimentos de (re)significação apareçam, algumas vezes, com alguma incerteza ou fragmentados, como apresentado pela Aluna⁰² durante a elaboração do plano cartesiano, percebemos que não foram quaisquer conhecimentos. Em outras palavras, não se trata de uma busca vazia ou isenta do que já existe, mas sim, da mobilização de um ou de um grupo de conhecimentos com alguma relação mais próxima ao que foi solicitado, convergindo para um processo de atribuir significados (SUTTON, 1996).

Assim, a (re)organização e a associação entre conhecimentos preexistentes e novos vão sendo estruturadas por “[...] um processo interativo no qual o novo ganha significados, se integra e se diferencia em relação ao que já existe [...]”, transformando-se em conhecimentos cada vez mais complexos e permitindo seu relacionamento com outros conhecimentos, e/ou com outras áreas do saber, também mais elaboradas, tal como a relação analógica entre a Biologia e a História realizada pelo Aluno⁰³ (MOREIRA, 2011, p. 26).

Para tanto, reiteramos a necessidade de (re)pensar as abordagens teórico-metodológicas como propusemos neste estudo. Por esse prisma, a aprendizagem como processo de significação desporta como uma potente abordagem que pode auxiliar docentes a romperem barreiras disciplinares, a estruturarem atividades teórico-práticas que estimulem em nossos estudantes a autoestima, a proatividade, a colaboração, a coletividade e a estabelecerem uma relação mais dinâmica entre conceitos e contextos no Ensino de Ciências considerando que

[...] o professor precisa tornar-se um profissional com visão integrada da realidade, compreender que um entendimento mais profundo de sua área de formação não é suficiente para dar conta de todo o processo de ensino. Ele precisa apropriar-se também das múltiplas relações conceituais que sua área de formação estabelece com as outras ciências. O conhecimento não deixará de ter seu caráter de especialidade, sobretudo quando profundo, sistemático, analítico, meticulosamente reconstruído; todavia, ao educador caberá o papel de reconstruí-lo dialeticamente na relação com seus alunos por meio de métodos e processos verdadeiramente produtivos. (THIESEN 2008, p. 551-552).

Por fim, os registros nos ajudam a compreender que os movimentos de significação vão emergindo do comprometimento dos estudantes em atividades sociais e culturais mediada pelo outro e pela linguagem, aproximando-os de uma perspectiva sociointeracionista como mostrado

por Vygotsky (2001). Igualmente, o pensamento (ou os modos de pensar), a linguagem (ou os modos de falar) e a experiência (ou os modos de fazer) vão se articulando e se agregando em torno de movimentos cognitivos entre o que os estudantes já sabem e aquilo que está sendo apresentado (ARCA; GUIDONI; MAZZOLI, 1990; MOREIRA, 2011), contribuindo, não só para o desenvolvimento de competências e habilidades, mas também a construção de processos de ensino-aprendizagem em Ciências e em Biologia mais interessantes, abrangentes e assertivos, superando assim, muitas das dificuldades e das lacunas sobre os conhecimentos biológicos, científicos e tecnológicos.

Considerações finais

Considerando a aprendizagem como um processo de (re)construção de significados, o presente estudo teve como objetivo principal analisar, a partir de sequências interativas, a maneira que os estudantes mobilizam conhecimentos, competências e habilidades de campos de conhecimento distintos, a fim de (re)estruturar conceitos, fenômenos e/ou processos biológicos, científicos e tecnológicos.

Nesse sentido, observamos que as atividades teórico-práticas utilizadas e aplicadas de modo estruturado e articulado foram capazes de estabelecer um espaço dialógico, interativo, colaborativo (VYGOTSKY, 2001, 2008; ZABALA, 1998) e, principalmente, (re)construtivo dos conhecimentos biológicos, científicos e tecnológicos. Observamos, paralelamente, que algumas competências e habilidades necessárias ao ensino de Biologia vão sendo acionadas para a solução das situações-problema que surgem no curso do desenvolvimento dessas atividades (BRASIL, 2018; SILVA-JUNIO; RIBEIRO, 2024).

Salientamos que algumas lacunas, dificuldades e, ainda, o ‘esquecimento’ ou a ‘obliteração’ do conhecimento, não são fatores limitantes, mas se tornam momentos interessantes para que a aprendizagem como processo de significação possa emergir em uma sala de aula, visto que a

[...] aprendizagem significativa não é, como se possa pensar, aquela que o indivíduo nunca esquece. A *assimilação obliteradora* é uma continuidade natural da aprendizagem significativa, porém não é um esquecimento total. É uma perda de discriminabilidade, de diferenciação de significados, não uma perda de significados. (MOREIRA, 2011, p. 17-18, grifo do autor).

Da mesma forma, reiteramos, novamente, a importância da mediação docente e do seu papel fundamental no estabelecimento desse espaço dialógico, em que os estudantes puderam articular situações-problema, a mobilização de conhecimentos sobre distintos campos ou áreas dos saberes, a utilização de analogias e, assim, relacionar dialeticamente as dimensões conceitual, social e contextual das Ciências e da Biologia (MACHADO, 2003; SOUZA, 2024).

Finalmente, acreditamos que a sala de aula de Biologia precisar ser frequentemente (re)pensada como um espaço que pode congregar a linguagem, o pensamento e a experiência (ARCA; GUIDONI; MAZZOLI, 1990) para que o processo de ensino-aprendizagem focado na construção de significados se estabeleça e, dessa forma, os conhecimentos biológicos, científicos e tecnológicos sejam apreendidos pelos estudantes de modo mais profundo e abrangente.

Agradecimentos

Agradecemos ao auxílio financeiro concedido pelo Edital Nº 01/2024 (Diretoria de Ensino -DIREN) referente ao Programa de Bolsas de Projeto de Ensino da Graduação no Ensino Superior (PBPEN-SUP) e da Educação Profissional Técnica de Nível Médio (PBPEN-EM), CEFET/RJ.

Referências

ARCÀ, M.; GUIDONI, P.; MAZZOLI, P. **Enseñar Ciencia - como empezar: reflexiones para una educación de base.** Barcelona/Buenos Aires: Paidos, 1990.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018.

DELIZOICOV, N. C.; ERN, E. A analogia “coração bomba” no contexto da disseminação do conhecimento. In: **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2003, Bauru. IV ENPEC. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2003, p. 1-8.

EUCLIDES-FILHO, K. **Melhoramento genético animal no Brasil:** fundamentos, história e importância. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1999. 63p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 75).

FERNANDES, D. **Avaliar para aprender:** fundamentos, práticas e políticas. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

GLYNN, S. M. Explaining science concepts: a teaching-with-analogies model. In: GLYNN, S.M.; YEANY, R. H.; BRITTON, B. K. **The psychology of learning science.** New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate. 1991, p. 219-240.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia.** 4^a edição revisada e ampliada, 5^a reimpressão. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016.

MACHADO, L. C. F. Situando o processo de construção de significados biológicos: ou de quando os alunos reconhecem as inter-relações estruturais e funcionais da célula. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, p. 1252-1256, 2013.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia histórias e práticas em diferentes espaços educativos.** São Paulo: Cortez, 2009

MINAYO, M. C. de S. O desafio da pesquisa social. In: MINAYO, Maria Cecília de Sousa. (org.). Pesquisa Social. Teoria, Método e criatividade. 16. ed. Petrópolis: Vozes. 2009, p. 09-29.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa:** a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MORTIMER, E. F.; MASSICAME, T.; TIBERGHIEN, A.; BUTY, C. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de Ciências.

In: NARDI, Roberto. **A Pesquisa em Ensino de Ciência no Brasil:** alguns recortes. São Paulo: Escrituras, 2007, p. 53-94.

MUENCHEN, Cristian; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência e Educação.** v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

RIGOLON, R. G.; OBARA, A. T. O conceito de analogias por licenciandos de biologia. **Revista Teoria e Prática da Educação**, n.13, v.3, p. 19-31. 2010

SILVA-JUNIOR, E. A. da; RIBEIRO, M. T. D. A pós-verdade no ensino em ciências: influências da contemporaneidade. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 12, p. e24040, 2024. DOI: 10.26571/reamec.v12.17499. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/17499>. Acesso em: 28 set. 2024.

SOUZA, V. L. T. de; ANDRADA, P. C. de. Contribuições de Vigotski para a compreensão do psiquismo. **Estudos de Psicologia**, v. 30, n. 3, p. 355-365. 2013

SOUZA, G. O. de. (Re)construindo conhecimentos e (re)estruturando habilidades para a aprendizagem em biologia. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplina**, v. 10, n. 32, 2024.

SUTTON, J. **Words, Science and Learning**. Philadelphia: Open University Press. 1996.

THIESEN, J. da S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação.** v. 13, n. 39, p. 545-598, 2008.

VÍCTORA, C. G.; KNAUTH, D. R.; HASSEN, M. de N. A. **Pesquisa qualitativa em saúde:** uma introdução ao tema. Porto Alegre: Tomo editorial, 2000.

VYGOTSKY, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente:** o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes. 2008.

ZABALA, A. **Prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 1998.