



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA
DOUTORADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA

PRODUTO EDUCACIONAL

ENSINO DE CIÊNCIAS PARA OS CINCO DOMÍNIOS DO LETRAMENTO CIENTÍFICO

MARIA JOSIANE DA SILVA NERY
PAULO CÉSAR GEGLIO

CAMPINA GRANDE
2024

MARIA JOSIANE DA SILVA NERY

ENSINO DE CIÊNCIAS PARA OS CINCO DOMÍNIOS DO LETRAMENTO CIENTÍFICO

Produto Educacional apresentado à Universidade Estadual da Paraíba – UEPB como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática, junto ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – PPGECEM.

Área de concentração: Educação Biológica

Linha de pesquisa: Cultura Científica, Tecnologia, Informação e Comunicação.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Goglio

CAMPINA GRANDE

2024

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

N456e Nery, Maria Josiane da Silva.
ENSINO DE CIÊNCIAS PARA OS CINCO DOMÍNIOS DO
LETRAMENTO CIENTÍFICO [manuscrito] / Maria Josiane da
Silva Nery. - 2024.
65 f. : il. color.

Digitado.

Produto Educacional apresentado ao Doutorado em Ensino
de Ciências e Educação Matemática/UEPB

"Orientação : Prof. Dr. Paulo César Goglio, Campus I".

1. Alfabetização científica. 2. Cultura científica. 3.
Materialismo histórico e dialético. 4. Teorias pedagógicas
críticas. 5. Produto educacional. I. Título

21. ed. CDD 370.1

MARIA JOSIANE DA SILVA NERY

ENSINO DE CIÊNCIAS PARA OS CINCO DOMÍNIOS DO LETRAMENTO CIENTÍFICO

Produto Educacional apresentado à Universidade Estadual da Paraíba – UEPB como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática, junto ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – PPGECEM.

Área de concentração: Educação Biológica

Linha de pesquisa: Cultura Científica, Tecnologia, Informação e Comunicação.

Aprovada em: 04/09/2024.

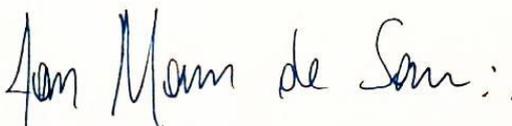
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Paulo César Geglio
(Orientador) - PPGECEM - UEPB



Profª. Dra. Maria Alves de Azerêdo
(Examinador interno) – PPGECEM – UEPB



Prof. Dr. Jair Moisés de Sousa
(Examinador interno) – PPGECEM - UEPB



Profª. Dra. Nereide Saviani
(Examinadora externa) – Fundação Maurício Grabois



Prof. Dr. Giuliano Pagy Felipe dos Reis
(Examinadora externa) – Faculty of Education, University of Ottawa

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	3
LETRAMENTO CIENTÍFICO.....	5
Letramento Científico: um conceito amplo e crítico.....	5
Valor da Ciência.....	6
Trabalho Científico.....	6
Conceitual.....	7
Ciência e Sociedade.....	7
Afetivo/Atitudinal.....	8
Indicadores de Letramento Científico: um guia para o planejamento pedagógico.....	10
O domínio Afetivo/Atitudinal como expressão subjetiva do Letramento Científico.....	12
O PROCESSO EDUCACIONAL.....	15
A didática da Pedagogia Histórico-Crítica como base estruturante do processo educacional.....	16
Didática da Pedagogia Histórico-Crítica.....	18
Articulação dos momentos didáticos da Pedagogia Histórico-Crítica no processo educacional.....	22
UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM BASE NO PROCESSO EDUCACIONAL.....	26
Elaborado pela autora, 2024.....	32
Aplicação da sequência didática.....	31
Aula 01: Apresentação do projeto e revisão de conceitos básicos para o estudo da divisão celular.....	32
Aula 02: Prática Social Inicial.....	33
Percepções acerca do domínio Valor da Ciência.....	33
Percepções acerca do domínio Ciência e Sociedade.....	39
O aluno empírico e o aluno concreto.....	41
Aula 03: Problematização.....	44
Aulas 04, 05 e 06: Instrumentalização.....	44
Aulas 07 e 08: Prática Social Final.....	50
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
REFERÊNCIAS.....	61

APRESENTAÇÃO

Um processo educacional descreve determinadas etapas de ensino e aprendizagem na intenção de proporcionar aos alunos a construção de conhecimentos específicos, de forma sistematizada e significativa. Sua função é criar oportunidades de percepção e superação do senso comum, de maneira que o aluno encare o conhecimento como produção humana, dotada de elementos históricos e sociais e, portanto, não neutra (Rizzatti et al., 2020).

Ao percorrer um processo educacional é importante que o estudante siga se construindo como sujeito de produção de conhecimento e não apenas receptor. Essa produção se dá na subjetividade, ao passar pelo filtro da criticidade do estudante, o qual é único, por se fazer na sua individualidade, impregnada de seu contexto sócio-histórico e, também, das suas emoções, quer dizer, da sua própria forma de sentir, interpretar e lidar com a realidade que lhe atravessa.

É nesse sentido de processo educacional que o produto “Ensino de ciências para os cinco domínios do letramento científico” foi elaborado ao longo da pesquisa de doutorado da autora. Ele é fruto do aprofundamento teórico sobre o que é, afinal, o letramento científico. Sobre como ele se relaciona com a formação para a cidadania e como uma aula de ciências, em especial de biologia, poderia acessar os diversos elementos que compõem esse conceito.

O aprofundamento teórico trouxe à luz uma concepção crítica de letramento científico, alinhada aos anseios de uma educação cujo sentido se faz na busca pela transformação social. Em última instância, sua função é contribuir para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária, através da formação de gerações que compreendam e prezem por valores de cidadania, democracia e justiça.

Por essa perspectiva, o letramento científico se alinha às tendências e teorias críticas da educação como, por exemplo, o ensino com ênfase em Ciência, Sociedade, Tecnologia e Ambiente (CTSA), a concepção pedagógica libertadora de Paulo Freire e a concepção da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) (Saviani, 2021).

Na formulação do presente processo educacional se tomou como teoria norteadora a PHC, entre outras coisas, pela sua ênfase no materialismo histórico e dialético. Como forma de conceber a realidade e como forma de produção de conhecimento, o materialismo histórico e dialético fornece ao letramento científico, até então apenas um conceito abstrato, uma estrutura viável para a sua concretização no ensino de ciências.

Sobre essa estrutura teórica, o presente processo educacional não deixa de ser um tipo de “ensino de ciências por investigação”, mas baseado na epistemologia dialética do materialismo histórico, de modo que ele abre uma nova perspectiva tanto para a prática quanto para as pesquisas em ensino de ciências.

Assim, a esperança que se guarda com a publicação do processo educacional aqui apresentado é que ele seja útil aos propósitos de professores e pesquisadores que se dedicam à educação em ciências, acreditando no seu poder de colaborar com a construção de um mundo humana e ecologicamente melhor.

LETRAMENTO CIENTÍFICO

Letramento Científico: um conceito amplo e crítico

Quando o conceito de Letramento Científico (LC) começou a ganhar espaço em meados do século XX, ele tinha um sentido mais restrito, que fazia referência às dimensões conceituais da ciência e à metodologia científica. Seu sentido era técnico e objetivo, atendendo as necessidades socioeconômicas da época, tendo em mente o cenário estadunidense em que surgiu.

À medida que o conceito foi se popularizando na comunidade de educadores e pesquisadores em ciências e, à medida que a sociedade foi se transformando diante de novas configurações geopolíticas e nova consciência ecológica, o LC adquiriu cada vez mais um sentido crítico. Atualmente, além dos elementos objetivos da ciência, o LC aponta para a exploração do conhecimento científico pelo viés das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, para a compreensão da ciência como empreendimento humano histórico coletivo e para os reflexos culturais e atitudinais da ciência sobre o sujeito, em direção a uma cidadania global (Nery; Geglio, 2024).

Temos hoje um conceito de letramento científico abrangente, que se refere a necessidade de apreensão dos vários elementos da cultura científica pela população em geral. Ele se classifica como um objetivo da educação básica, especificamente da educação em ciências. Contudo, esse é um objetivo cuja finalidade social está em disputa entre a conservação do capitalismo predatório, com a formação de cidadãos direcionada ao mercado de trabalho e ao consumismo, cada vez mais tecnológico e a formação cidadã alinhada com a transformação do modo de produção e adoção de um sistema sustentável ambientalmente e justo socialmente.

Por esse motivo, uma escolha política é feita quando o professor adota a um determinado sentido para o LC e a uma determinada forma de inseri-lo em seu planejamento didático. Letrar cientificamente sem a lente da crítica social, dá ao letramento científico um caráter liberal, resultando no desenvolvimento de habilidades individuais como raciocínio lógico, pensamento sistemático, capacidade de planejamento, avaliação, argumentação e demais características do trabalho científico, porém com destino aos postos de produção e de consumo, a despeito das demandas sociais e

ambientais da própria geração dos educandos, agravando ainda as demandas que esperam as gerações futuras.

Para melhor apreender o significado de LC em um sentido amplo, de modo a captar a sua criticidade, uma revisão bibliográfica foi realizada durante a pesquisa que originou o presente produto educacional (Nery; Geglio, 2024). A revisão mostrou que os múltiplos sentidos do LC confluem para cinco categorias. São elas: Domínio Valor da Ciência; Domínio Conceitual; Domínio Trabalho Científico; Domínio Ciência e Sociedade; Domínio Afetivo/Atitudinal. A seguir, descreve-se as características de cada um deles.

Valor da Ciência

Envolve a compreensão da importância da Ciência pelas suas contribuições cultural, histórica e funcional, consciente de que ela é produto do trabalho humano, colaborativo, construído ao longo da história e em permanente diálogo com os contextos sociais. Envolve também a consciência de que a Ciência é orientada por determinada teoria e ideologia, promovendo uma abordagem interdisciplinar da natureza. O domínio Valor da Ciência foi o menos frequente nos trabalhos investigados na revisão bibliográfica, estando presente em apenas sete das doze descrições de LC encontradas. Destacam-se nesse domínio: História da Ciência; Ciência como trabalho humano; Contexto histórico-social do trabalho científico; Relações dialéticas entre a Ciência e a História da humanidade.

Trabalho Científico

Domínio presente nas doze referências mencionadas nos artigos revisados. Ele envolve os aspectos fundamentais da pesquisa científica como, conhecimentos acerca da natureza da Ciência, as regras e rigor da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. O que implica a compreensão do método científico como processo essencial da verificabilidade do conhecimento, sua relação com as evidências e com a aplicação da matemática na ciência, bem como a noção de que não existe um método científico universal, nem verdades absolutas, mas modelos que se aproximam da realidade (Moura, 2014). Envolve a filosofia da Ciência com reflexões de cunho ontológico e epistemológico. Ele viabiliza a compreensão da Ciência como um corpo coeso e coerente, embora formado por diferentes áreas e em constante transformação, que resulta do processo de construção de novos saberes. Esse domínio requer/promove o

desenvolvimento de habilidades importantes para o trabalho científico como a capacidade para leitura e escrita científicas, pensamento crítico, sistematização, raciocínio, planejamento, colaboração, comunicação, abstração, entre outros. As habilidades promovidas aqui são importantes também para a formação cidadã, visto o caráter científico tecnológico que a Ciência imprime na Sociedade e as problemáticas daí decorrentes, que o sujeito precisa lidar. Destacam-se os seguintes elementos: Natureza da Ciência, Filosofia da Ciência e Método Científico.

Conceitual

Esse domínio surge em todas as doze referências encontradas nos artigos. Ele envolve a aprendizagem e o domínio de conceitos científicos amplamente utilizados nas grandes áreas da Ciência, considerados essenciais para a compreensão de outros conceitos relacionados a fenômenos e processos mais complexos. Essa base permite a formação de uma estrutura conceitual integrada em Ciência e Tecnologia, com ilimitada capacidade de crescimento ao longo da vida. À medida que o Domínio Conceitual em Ciências cresce, o sujeito adquire maior capacidade de abstração, com possibilidade de elevado número de associações mentais em níveis cada vez mais complexos. Característica importante para o desenvolvimento dos outros Domínios de LC, em especial para a percepção de questões problema complexas e construção de esquemas de ação na busca de soluções. Destacam-se nesse domínio: Vocabulário científico (fenômenos, procedimentos, processos e produtos científicos); Capacidade de relacionar conceitos (dos básicos aos complexos).

Ciência e Sociedade

Esse domínio apareceu em onze das doze referências mencionadas nos artigos. Ele envolve a percepção de elementos da ciência e seus produtos na vida moderna, bem como a compreensão da sua influência no modo de vida atual, seja na esfera social ou individual. Aqui também se reconhece o caráter interdisciplinar da Ciência, o valor de seus produtos (elucidação de fenômenos, novas tecnologias etc.) bem como os riscos trazidos por eles (produção industrial e impactos socioambientais, tecnologia armamentista etc.), porém a ênfase é no presente e no futuro. Compreende-se que o conhecimento científico, como produto histórico humano, deve ser usado de modo responsável com o futuro, direcionando para o bem comum, respeitando a diversidade humana e o meio ambiente.

Logo, ele envolve tanto o reconhecimento de problemas advindos do uso ou desenvolvimento da ciência sobre a sociedade e o meio natural, quanto a capacidade de pensar soluções sob a ótica científica e social. Há, portanto, o reconhecimento de que a ciência não é autônoma, mas impelida por influências políticas e ideológicas. Nesse viés, o Domínio Ciência e Sociedade chama para si os aspectos cívicos da ciência, que exige participação política social dos sujeitos letrados cientificamente, atuando por meio da organização popular, na luta pelo direcionamento político do trabalho científico e seus produtos para o bem comum. Vai, portanto, da compreensão à efetiva participação dos sujeitos no diálogo entre a ciência e a sociedade. Há, por fim, a noção de sociedade como o conjunto global da humanidade, atravessado por contextos diversos e problemas complexos. Destacam-se nesse domínio: Reconhecimento da Ciência na vida pessoal e social; reconhecimento do caráter interdisciplinar da Ciência; compreensão dos benefícios e riscos dos produtos da Ciência; compreensão da face política do trabalho científico; compreensão da relação dialógica entre Ciência e Sociedade.

Afetivo/Atitudinal

Domínio presente em dez artigos. Resultado das aprendizagens desenvolvidas nos outros domínios. A partir de conhecimentos sobre o Valor da Ciência, das habilidades inerentes ao Domínio Trabalho Científico e da compreensão das relações intrínsecas entre a Ciência e a Sociedade, é possível a imersão em uma filosofia científica que se sabe condicionada por fatores sociais e históricos, de modo que o sujeito adquire capacidade de direcionar suas habilidades para a construção de uma postura condizente com o conhecimento científico que já construiu e ainda vai construir (Domínio Conceitual). Na esfera pessoal (considerando como se dará a acomodação do conhecimento e filosofia científica em meio os demais saberes e ideologias do sujeito), isso tem potencial de resultar em uma postura responsável com a natureza e os diversos grupos humanos, em julgamentos de valores baseados em evidências, disposto a superar crenças pessoais e aberto a novos pontos de vista, além de disposição para divulgação científica, compreendendo a ciência como elemento de melhoria da vida prática e social. Choi *et. al.*, (2011) mencionam a capacidade de gerenciar e avaliar a própria aprendizagem, traçando metas pessoais de crescimento intelectual ao longo da vida. Ainda na esfera pessoal é possível visualizar elementos que se relacionam com o Domínio Valor da Ciência como a busca voluntária pela cultura e conhecimento científico, sendo tocado emocionalmente por elas, contribuindo com a sua divulgação/democratização e consciente de que não

existem verdades absolutas. Enquanto na esfera social, o sujeito pode desenvolver uma postura participativa nas questões públicas sobre ciência e tecnologia, adentrando o ambiente comunitário e político da relação ciência e sociedade. Com disposição para usar as habilidades inerentes ao trabalho científico para a reflexão e busca de soluções para problemas complexos em contextos sociais e globais.

Atitude é a palavra-chave desse domínio porque ele materializa em ações os outros domínios. Espera-se que o sujeito cientificamente letrado expresse a filosofia e o conhecimento científico em atitudes na esfera da vida pessoal tanto em direção ao bem comum quanto em direção ao próprio enriquecimento cultural/intelectual, assim como na esfera da vida comunitária/global.

Salienta-se que os cinco domínios são fundamentais ao letramento científico, estando conectados pelas relações de sentido que estabelecem entre si e, ao mesmo tempo, se diferenciando pelos conhecimentos, habilidades, produtos ou influências que cada domínio gera no sujeito (figura 1).

Figura 1: Domínios de LC encontradas na literatura.



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Os domínios Conceitual e Trabalho Científico capacitam no que há de mais característico na cultura científica, estando no núcleo da própria produção científica. Eles traduzem os elementos que foram primeiramente valorizados quando se começou a discutir o LC no ensino de ciências. Por isso, nos referimos a esses dois domínios como conhecimento *objetivo* da ciência. Enquanto os outros domínios acrescentam novas habilidades e conhecimentos de caráter mais *subjetivo*, os quais dão sentido e orientação à aprendizagem. Dessa maneira, se há intenção de um ensino de ciências para cidadania e transformação social, o desenvolvimento do LC necessita de uma abordagem ampla, que contemple os cinco domínios identificados, além de uma base pedagógica crítica. Essa demanda foi uma das motivações para a pesquisa e produção do processo educacional que se apresenta nesse trabalho.

Indicadores de Letramento Científico: um guia para o planejamento pedagógico

Os indicadores são elementos que servem de parâmetros para o professor ou pesquisador pensar estratégias e avaliar o desenvolvimento do LC em uma intervenção pedagógica ou para avaliar o nível de LC de determinado grupo por meio de testes específicos. O Quadro 1 mostra os indicadores de cada um dos domínios de LC.

Quadro 1: Indicadores de LC encontrados em revisão bibliográfica (Nery; Geglio, 2024).

Domínios	Elementos	Indicadores
Conceitual	<ul style="list-style-type: none"> Vocabulário científico Domínio e associação de conceitos científicos 	<ul style="list-style-type: none"> Compreensão de termos científicos; Emprego de termos científicos na construção de argumentos; Capacidade de explicar fenômenos científicos; Uso e compreensão da linguagem científica; Conhecimentos funcionais; Interpretação de situações científicas e cotidianas; Aplicação de conceitos científicos na oralidade e na escrita.

Trabalho Científico	<ul style="list-style-type: none"> • Filosofia da Ciência • Natureza da Ciência • Método científico 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento sobre características do conhecimento científico; • Compreensão dos meios de produção do conhecimento; • Compreensão dos aspectos relacionados à Natureza da Ciência; • Habilidades relacionadas ao espírito da ciência (curiosidade, criatividade, honestidade intelectual, tolerância à ambiguidade, ceticismo e abertura a novas ideias); • Capacidade de comunicação; colaboração; pensamento sistemático; gerenciamento de informações; reconhecimento de questões cientificamente investigáveis; • Identificação de evidências necessárias em uma investigação científica; reconhecer padrões; • Capacidade de tirar ou avaliar justificativas e conclusões; • Capacidade de levantar, imaginar e testar hipóteses; • Estabelecimento de previsões; • Uso de raciocínio lógico e raciocínio proporcional como forma de tornar uma ideia mais coerente; • Manejo de situações científicas comuns no cotidiano; • Competências para a pesquisa bibliográfica; • Divulgação do conhecimento produzido; • Avaliação de desenhos de pesquisa.
Valor da Ciência	<ul style="list-style-type: none"> • História da Ciência • Ciência como trabalho humano • Contexto histórico-social do trabalho científico • Relação dialética Ciência e História 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimentos sobre a história da Ciência; • Compreensão dos traços característicos da ciência como forma de pesquisa e conhecimento humano; • Compreensão de que Ciência e sociedade se relacionam sofrendo influência do contexto histórico-social; • Compreensão de como a C&T moldam historicamente os ambientes material, intelectual e cultural da humanidade.
Ciência e Sociedade	<ul style="list-style-type: none"> • Caráter interdisciplinar da Ciência • Face política do trabalho científico • Benefícios riscos dos produtos da ciência • Relação dialógica Ciência e Sociedade • Responsabilidade com a Natureza, diversidade humana e gerações futuras • Ciência no contexto da vida pessoal e social 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento sobre as diversas áreas da ciência e suas conexões entre si mesma e com a sociedade; • Compreensão dos fatores éticos e políticos que circundam a ciência; • Identificação de questões científicas ligadas a decisões políticas; • Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente; • Compreensão de como a C&T atuam sobre os ambientes material, intelectual e cultural; • Consciência sobre os impactos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade; • Envolvimento em questões relacionadas à ciência e com ideias científicas como um cidadão reflexivo; • Utilizar o conhecimento científico no exercício da cidadania; • Compreensão da aplicação da ciência no cotidiano; • Compreensão do papel da ciência na tomada de decisões.

Afetivo/ Atitudinal	<ul style="list-style-type: none"> • Enriquecimento cultural/intelectual • Atitude na esfera da vida pessoal • Atitude na esfera da vida social/global 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento de uma visão de mundo ecológica; • Compaixão social e moral; • Comunicação e colaboração; • Responsabilidade sócio científica; • Desenvolvimento de interesse e apreço pela Ciência, pelo trabalho em ciências, usos e potencialidades; • Contínua aquisição de novos conhecimentos; • Percepção de autoeficácia em ciências (reconhecer as próprias habilidades científicas); • Valorização da ciência e da aprendizagem de ciências; • Consciência sobre a importância da confiabilidade das fontes de informações; • Capacidade de planejamento, monitoramento e avaliação; da própria eficácia de aprendizagem científica; • Desenvolvimento de auto-estima/confiança; • Escolhas de trajetórias futuras relacionadas à ciência e tecnologia; • Aplicação de conclusões científicas na vida diária; • Leitura crítica de notícias relacionadas a ciência; • Hábito de questionar/avaliar as fontes das informações que recebe; • Estímulo à curiosidade, criatividade e pensamento crítico.
--------------------------------	---	--

Extraído de Nery e Goglio, 2024.

Os indicadores estão fortemente correlacionados aos domínios de LC que são atingidos nos resultados das abordagens didáticas. Isso significa que ao se desenhar um planejamento didático para o LC em sentido amplo, é imprescindível considerar no desenho da abordagem os indicadores que servirão de parâmetros para cada um dos cinco domínios de LC (conceitual, produção científica, ao valor da ciência, relação ciência e sociedade e afetivo/atitudinal). Os indicadores facilitam visualizar os objetivos do ensino e aprendizagem, bem como efetuar a avaliação do progresso dos alunos.

O professor não precisa elaborar aulas que atinjam todos os domínios de LC simultaneamente. Ao contrário, ele pode elaborar sequências didáticas com foco nas carências de seus alunos, visando domínios de LC e indicadores específicos.

O domínio Afetivo/Atitudinal como expressão subjetiva do Letramento Científico

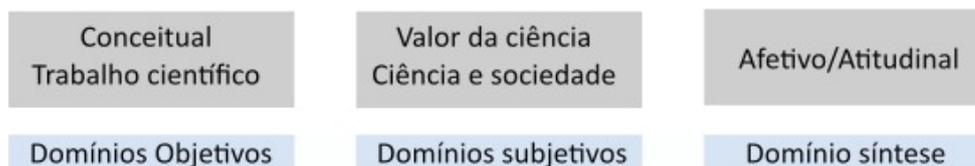
Pode-se dizer que os domínios Conceitual e Trabalho Científico atendem à demanda mais técnica e objetiva que remonta ao surgimento do conceito de LC. Mas esses domínios isolados não têm compromisso com a construção de um olhar crítico sobre o mundo, impregnado pelos aspectos sociais, históricos e culturais, que são inseparáveis do trabalho do cientista e dos produtos da ciência. Se esses domínios não

forem contextualizados e problematizados, eles não refletem a realidade social e não podem interferir nela, sendo, então, insuficiente ao LC compromissado com a cidadania.

Os domínios mais subjetivos, isto é, mais ligados aos elementos socioculturais – Valor da ciência e Ciência e sociedade – promovem discussões e trazem novos olhares sobre o conteúdo, atuando na construção de sentidos sobre o conhecimento científico, promovendo o olhar do aluno sobre o conhecimento em uma perspectiva que se aproxima da realidade, seja pela abordagem de questões reais ou, mesmo, simuladas. Logo, esses domínios agregam valor e significado ao conteúdo curricular, que geralmente focam em conceitos e processos específicos. Os domínios subjetivos problematizam o conteúdo objetivo e, assim, viabilizam a construção de sentido na aprendizagem das ciências.

Já o domínio Afetivo/Atitudinal é aquele que melhor se relaciona aos resultados práticos do ensino e aprendizagem de ciências na postura do sujeito, seja na vida particular ou em comunidade. Ele expressa a síntese da aprendizagem dos demais domínios do LC, uma vez que as atitudes do sujeito e a sua forma de perceber e se relacionar com o meio, indicam se o conhecimento científico adquirido está se transformando em escolhas e ações fora do contexto escolar (Figura 2).

Figura 2: Categorização dos domínios de letramento científico.



Elaborado pela autora, 2024.

O domínio Afetivo/Atitudinal está ligado à leitura de mundo do sujeito. Seus indicadores expressam elementos da racionalidade e da filosofia científica na forma que o sujeito olha, interpreta e age no mundo. Por essa razão, o desenvolvimento desse domínio depende não apenas da aquisição de conhecimento científico, mas também da forma como o conhecimento recém-adquirido vai se acomodar entre outras visões de mundo que integram a dimensão cognitiva do sujeito.

Há intrínsecas relações entre atitude, cultura e ideologia. Atitude é ação, uma interferência no meio que reflete de volta no próprio sujeito. A cultura é gerada dentro desse diálogo entre o sujeito e o seu meio através da ação. Ela é o produto do trabalho humano sobre o mundo (Rios, 2011). Porém, as ações não são aleatórias, mais impelidas por crenças e valores. O modo como o sujeito interpreta o meio determina suas ações e

essa interpretação passa pelo filtro das ideologias. Desse modo, as ideologias dão forma às ações sobre o meio, gerando como produto aspectos culturais que acabam por materializar as ideologias. Conforme Althusser (1985), a ideologia se materializa nas ações que são realizadas pelos sujeitos sob a sua influência e no contexto de determinada prática social.

Uma parte da pesquisa que gerou o processo educacional do presente trabalho, se dedicou a investigar as relações de influência entre os fatores conhecimento científico, cultura, ideologia e as atitudes de uma pessoa frente aos desafios globais do século XXI, como crise climática e saúde pública, por exemplo. Os resultados indicaram que, de fato, há relações de influência entre os três primeiros fatores sobre a resposta atitudinal das pessoas. Contudo, em nossos estudos, a bagagem cultural e a ideológica tenderam a ter maior peso nas escolhas de uma pessoa, do que o conhecimento científico que ela eventualmente possua.

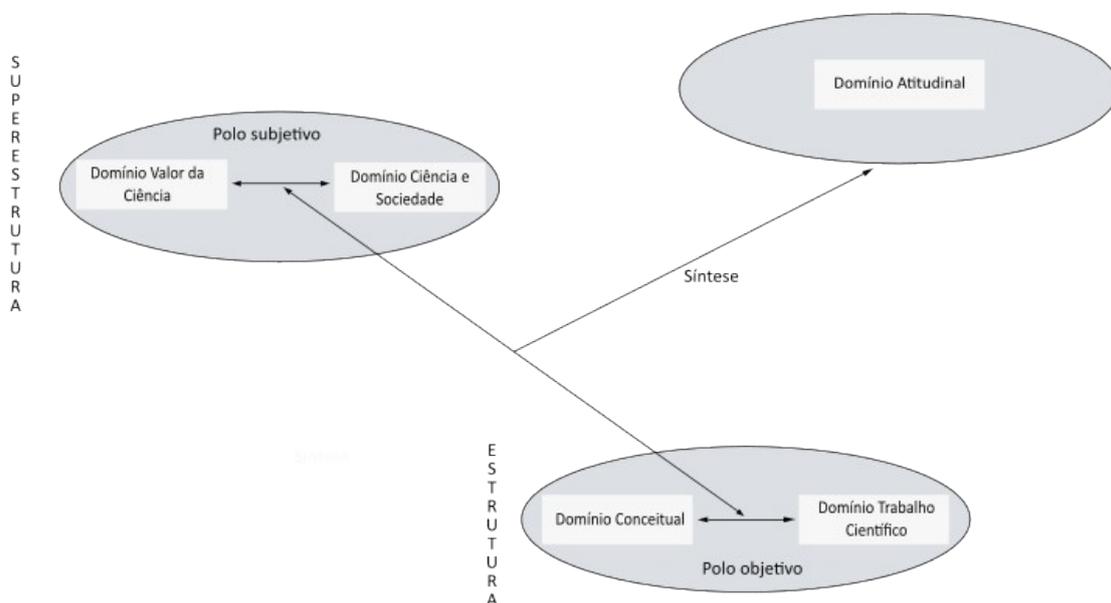
Isso não significa que o fator conhecimento científico perde importância, mas apenas reforça que ele é uma das múltiplas faces do letramento científico e que, o seu desenvolvimento na educação em ciências construído de modo isolado das demais faces pode se mostrar nulo quando o sujeito se depara com situações-problema reais da sociedade. Pois, em tais situações o sujeito acessa o seu conhecimento científico em conjunto com os diversos saberes, vivências, influências e visões de mundo que o compõe. Por essa razão, preocupamo-nos que a dialogicidade entre os domínios objetivos e os domínios subjetivos de LC, estivesse presente no processo educacional que produzimos.

O PROCESSO EDUCACIONAL

Sabendo que, resumidamente, o método do materialismo histórico e dialético produz conhecimento por meio da análise e síntese de categorias contraditórias, o processo educacional “Ensino de ciências para os cinco domínios do letramento científico” surgiu da aplicação do referido método sobre os domínios do letramento científico: Conceitual; Trabalho científico; Valor da Ciência; Ciência e sociedade; Afetivo/Atitudinal.

O domínio Conceitual e o domínio Trabalho Científico possuem natureza predominantemente objetiva (com grande carga científica), em oposição ao domínio Valor da Ciência e o domínio Ciência e Sociedade, cuja natureza é predominantemente subjetiva (com grande carga sociocultural). O quinto domínio, Afetivo/Atitudinal, não se agrupa em nenhum dos lados, pois ele surge da interação entre ambos, correspondendo à síntese que se manifesta no perfil individual do sujeito, oriunda da forma como ele assimila e acomoda os conhecimentos dos domínios objetivos e subjetivos do letramento científico (figura 3).

Figura 3: Resumo esquemático da análise materialista e dialética das categorias de letramento científico.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Há, portanto, dois polos: um objetivo, que se comporta como base estrutural do conjunto, cujo núcleo é preenchido pelos domínios de LC mais próximos do paradigma científico, sendo fonte do conhecimento atualmente aceito pela comunidade acadêmica; e

outro polo subjetivo, que se comporta como a superestrutura do conjunto, em que o conhecimento científico produzido na base adquire significado sociocultural.

Os polos são antagônicos ao mesmo tempo em que se complementam. A superestrutura nasce das apropriações subjetivas da estrutura e, ao ser gerada, ela enriquece a estrutura com novos sentidos, tornando-a capital ativo de transformação da realidade, o que se concretiza no domínio Afetivo/Atitudinal, sendo então uma síntese dos polos antagônicos.

Portanto, os domínios Valor da ciência e Ciência e sociedade só podem existir após o surgimento da produção científica. Porém, ao serem gerados, eles agregam valor, sentido e significado à Ciência e seus produtos, que antes, pareciam neutros. Essa produção de sentidos resulta na forma que o sujeito decide fazer uso do conhecimento científico que, dessa forma, se concretiza em percepções da realidade e ações. O movimento tende ao infinito, pois novos conhecimentos podem gerar novas subjetividades que viabilizam novas percepções da realidade e novas formas de interagir com o meio.

A partir dessa compreensão, o processo educacional que aqui se apresenta, propõe mimetizar esse movimento dialógico no ensino de ciências. Nesse contexto, o conteúdo curricular assume o polo objetivo (conceitos, fenômenos e processos científicos – domínio Conceitual e Trabalho científico), enquanto problemáticas sociocientíficas, históricas e culturais assumem o polo subjetivo (domínio Valor da ciência e Ciência e sociedade). A cada novo conteúdo, nova produção de sentidos sobre o conhecimento científico. Os quais, potencialmente, transformam qualitativamente as formas do aluno perceber e agir na sua realidade concreta (síntese no domínio Afetivo/Atitudinal do LC).

Sob essa perspectiva dialética, os cinco domínios do LC se desenvolvem ao longo do ensino de ciências, atendendo a amplitude e criticidade do conceito de LC presentes na teoria, mas dificilmente atingidos na prática.

A didática da Pedagogia Histórico-Crítica como base estruturante do processo educacional

Ao tomar a visão dialética dos domínios do LC e articular com a didática da Pedagogia Histórico-Crítica, é possível efetuar o processo de ensino e de aprendizagem de ciências promovendo diálogos entre os dois polos antagônicos do LC. Por conseguinte, faz-se necessário uma breve apresentação da PHC e sua didática.

A PHC é uma teoria pedagógica que foi arquitetada a partir de uma pesquisa que buscou conhecer e criticar a educação em suas bases estruturais, bem como as teorias pedagógicas dominantes, chamadas hegemônicas ou liberais. À vista disso, ela é uma teoria pedagógica que se faz crítica desde a sua concepção até a forma como propõe o processo de ensino e aprendizagem, o qual se orienta pelo objetivo de superar a educação hegemônica – que não atende aos interesses da classe trabalhadora (Saviani, 2017).

O materialismo histórico e dialético está presente tanto no esforço de pesquisa efetuado pela PHC, quanto no processo de ensino e aprendizagem que ela propõe – a didática da PHC.

Inspirado na PHC o nosso produto educacional “Ensino de ciências para os cinco domínios do letramento científico”, também se utiliza do materialismo histórico e dialético para efetuar o movimento de aproximação e crítica ao conceito e aos sentidos de letramento científico, logo, se fazendo crítico desde a sua concepção até a proposta de abordagem ao ensino de ciências.

A PHC concebe a educação como um objeto de mediação entre a sociedade e o sujeito (Saviani, 2013). Quer dizer, por meio da educação, o conhecimento historicamente acumulado transita da sociedade em geral para as atividades que o sujeito realiza na sua prática social. A principal crítica da PHC às pedagogias hegemônicas é que elas promovem a reprodução das condições sociais vigentes, com todas as suas problemáticas de injustiça e desigualdade. Para a PHC, o desenvolvimento das capacidades individuais do sujeito, por meio da educação, deve ocorrer em função das demandas sociais da sua classe, de modo que o sujeito atue para melhorar as condições sociais.

Em harmonia com a PHC, nosso processo educacional situa o ensino de ciências como mediação entre o conteúdo curricular de ciências e o domínio Afetivo/Atitudinal do LC, ou seja, a compreensão dos temas específicos das ciências e dos seus aspectos históricos, sociais e culturais, são um objetivo do processo, contudo, esse objetivo não termina em si mesmo, pois sua função é impactar a prática social dos sujeitos da aprendizagem.

Quando os sujeitos acessam o conhecimento científico (domínios objetivos e subjetivos do LC), agregam elementos da filosofia científica em sua forma de ver o mundo e compreendem a existência de múltiplas relações entre a produção científica e a sociedade. Dessa forma, a maneira como eles interpretam a realidade sofre mudança qualitativa que resulta em novas possibilidades de ação no seu meio, isto é, na sua

prática social, o que inclui interações diversas, modos de organização e de produção social. É nesse sentido que o processo educacional visa conduzir a mediação entre sociedade e domínio afetivo/atitudinal do letramento científico.

O papel do professor na condução do processo educacional parte da percepção dele sobre o que realmente interessa ao aluno. Para a PHC existe o aluno empírico com interesses imediatos e o aluno concreto com interesses de classe social. O professor deve direcionar seu olhar ao aluno concreto, pois enquanto os alunos empíricos possuem interesses diversos, os alunos concretos possuem interesses em comum que atendem a melhoria das suas condições de existência. Por exemplo, ao aluno empírico interessa decorar determinado conteúdo específico, obter boa nota e ser aprovado. Ao aluno concreto interessa compreender os diversos domínios que cercam um determinado conteúdo específico para que seja possível sua inserção como sujeito pensante nos debates e posicionamentos políticos em contextos extraescolares.

Logo, para a PHC, “[...] o professor é quem dirige o processo educativo, cabendo-lhe criar os motivos da aprendizagem, gerar novas necessidades de compreensão acerca do real, para além da imediatez da vida e da prática cotidiana” (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019, p. 16).

O aluno como indivíduo concreto se manifesta como síntese das suas relações sociais (Saviani, 2006). Enfatiza-se que o interesse do aluno concreto advém das suas condições materiais de existência, as quais ele não escolheu, uma vez que estavam postas desde seu nascimento. Assim, o interesse do aluno concreto se filia à possibilidade de assimilação e transformação das relações concretas herdadas das gerações anteriores (Saviani, 2006).

É essencial ao aluno concreto o domínio de saberes que lhe permitam compreender a sociedade em que está inserido (Marsiglia; martins; lavoura, 2019), saindo, pela mediação pedagógica, de “[...] uma inserção acrítica e inintencional no âmbito da sociedade para uma inserção crítica e intencional” (Saviani 2019, p. 111). Para isso, ressalta-se que a seleção de conteúdos e a metodologia das aulas devem estar atentas aos interesses do aluno concreto, desviando-se dos interesses do aluno empírico, o qual é dominado por interesses imediatos (Saviani, 2006).

Didática da Pedagogia Histórico-Crítica

A PHC preconiza um método de ensino e de aprendizagem que mantém continuamente o vínculo entre educação e sociedade (Saviani, 2018). Esse método

concebe cinco momentos pedagógicos (prática social, problematização, instrumentalização, catarse, prática social). Não há na didática da PHC indicação cronológica dos cinco momentos, ao contrário, Saviani indica um movimento articulado e orgânico entre eles, com variações no peso e duração de cada momento a depender de cada situação pedagógica específica (Saviani, 2018).

Ciente da dialogicidade entre os momentos da PHC, apresento a seguir uma caracterização das especificidades de cada um deles.

A prática social como lugar de partida e de chegada da ação pedagógica possui alguns significados em relação ao materialismo histórico e dialético. Primeiro, ela expressa a teoria em função da prática e não o contrário. Segundo, ela traz a dialética materialista para a dinâmica do trabalho didático. Terceiro, ela vincula a noção de prática social ao entendimento marxista de ser humano e de história social humana, ou seja, é uma prática social ligada ao aluno concreto e não ao contexto imediato do aluno empírico (Saviani, 2017; Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019). Quarto, a prática social como momento inicial e final, expressa a visão da educação como instrumento de mediação social, que não tem fim em si mesma, mas na sociedade (Saviani, 2017).

Dividir a prática social em momento inicial e final, foi uma saída didática para esclarecer que a visão do estudante sofrerá uma mudança qualitativa sobre o objeto de estudo, de modo que a realidade final será diferente da realidade inicial, portanto, ele já não se encontrará no mesmo lugar de antes. Contudo, o processo pedagógico em nenhum momento se aparta da prática social de fato, pois “[...] não há uma suspensão da vida concreta enquanto se realiza a prática educativa” (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019, p. 20)., ao contrário, é nela e para ela que as ações de professores e alunos se concretizam, independente do momento pedagógico em si.

Dessa forma, o momento da prática social inicial não deve se confundir com um “primeiro passo”, nem com uma “preparação” para o conteúdo e, tampouco, com uma atividade de iniciativa dos alunos. Tais condutas retiram o caráter dialético do método. Ao contrário, ela deve ser compreendida como “[...] o suporte e o contexto, o pressuposto e o alvo, o fundamento e a finalidade da prática pedagógica. Ela é a mesma para os professores e para os alunos, cada um vivenciando em acordo com a sua compreensão da realidade” (Saviani, 2019, p. 113).

Por sua vez, a prática social final representa o momento em que o esforço de síntese efetuado pelo professor é reduzido, pois admite-se que o aluno ascendeu ao nível sintético de compreensão, onde já estava o professor na prática social inicial. É nesse sentido que o ponto de chegada é o mesmo ponto de partida, porém ele surge diferente

pela nova visão sintética do aluno. Logo, a prática social final “[...] não consiste na aplicação dos conhecimentos assimilados, nem na experimentação como teste de hipóteses”, porém, independente da estratégia adotada, ela tem a função de transparecer “[...] que a prática social do ponto de partida em confronto com a prática social do ponto de chegada é e não é a mesma”, pois, embora ambas estejam situadas em um mesmo recorte da prática social, o seu entendimento passou por uma mudança qualitativa (Saviani, 2019, p. 113).

Entre o ponto de partida e o ponto de chegada da prática pedagógica, é necessário que ocorra a problematização dos conteúdos considerados relevantes para a transformação da prática social (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019). A problematização deve incidir sobre a essência do problema e não na sua aparência imediata. Assim, ela deriva da prática social ao mesmo tempo que, em anuência ao método materialista dialético, não se identifica com o entorno social imediato e particular do aluno empírico, mas sim do aluno concreto (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019). Por esse motivo, cabe ao professor “[...] gerar novas necessidades de compreensão acerca do real, para além da imediaticidade da vida e práticas cotidianas” (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019, p. 16), em torno das quais se organiza a atividade didática.

Com uma visão ainda sincrética da realidade, os alunos apresentam mais dificuldades em problematizar além da aparência, o que leva ao entendimento de que a problematização não deve partir do aluno. A essência do problema precisa ser pensada e problematizada pelo professor, que tem uma visão de totalidade sobre as relações do conteúdo em perspectiva científica, política, histórica e sociocultural. A problematização, como um esforço cognitivo do professor, guia-se pela pergunta sobre o que é importante que os alunos aprendam na sua jornada de apreensão da realidade social, para que possam agir no sentido de construir uma realidade mais adequada às suas necessidades humanas.

A problematização é levada aos alunos por meio de estratégias que os professores considerarem adequadas à situação. Contudo, não se pode esperar que ela seja, em si mesma, uma estratégia, como forma de fazer com que os próprios alunos problematizem o tema. Segundo Saviani (2019), a problematização é uma abertura para tomada de consciência dos problemas enfrentados na prática social, o que permite pensar em formas superá-los.

Com relação ao momento da instrumentalização, ele corresponde à apropriação dos instrumentos teóricos e práticos necessários para a compreensão e solução dos problemas detectados (Saviani, 2019). Veja que os problemas detectados se referem à

realidade do aluno, aqueles detectados pelo professor na problematização. Portanto, não se trata de resolver um problema científico respondendo a uma pergunta imediata, dada de maneira separada da prática social. A instrumentalização do aluno é no sentido de lhe proporcionar mecanismos cognitivos que lhe ajudem a transformar a própria realidade. Portanto,

[...] Oferecer aos educandos os conteúdos escolares mais desenvolvidos significa dar-lhes os instrumentos de compreensão da realidade. Por essa razão entendemos a instrumentalização como nuclear para a didática histórico-crítica. Longe de se aproximar de uma expressão de tecnicismo, a instrumentalização garante o cumprimento da função social da escola como transmissora dos conhecimentos mais elaborados, que desenvolvam cada indivíduo singular, de modo a incorporá-lo ao gênero humano (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019, p. 18).

Por fim, a catarse é o momento culminante do processo dialético de ensino e de aprendizagem e representa a ascensão do aluno a um novo entendimento da prática social, bem como da sua capacidade de expressá-la de forma elaborada. Saviani (2018, p. 123) a descreve como “[...] o momento da efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados pela mediação do trabalho pedagógico, em elementos ativos de transformação social”.

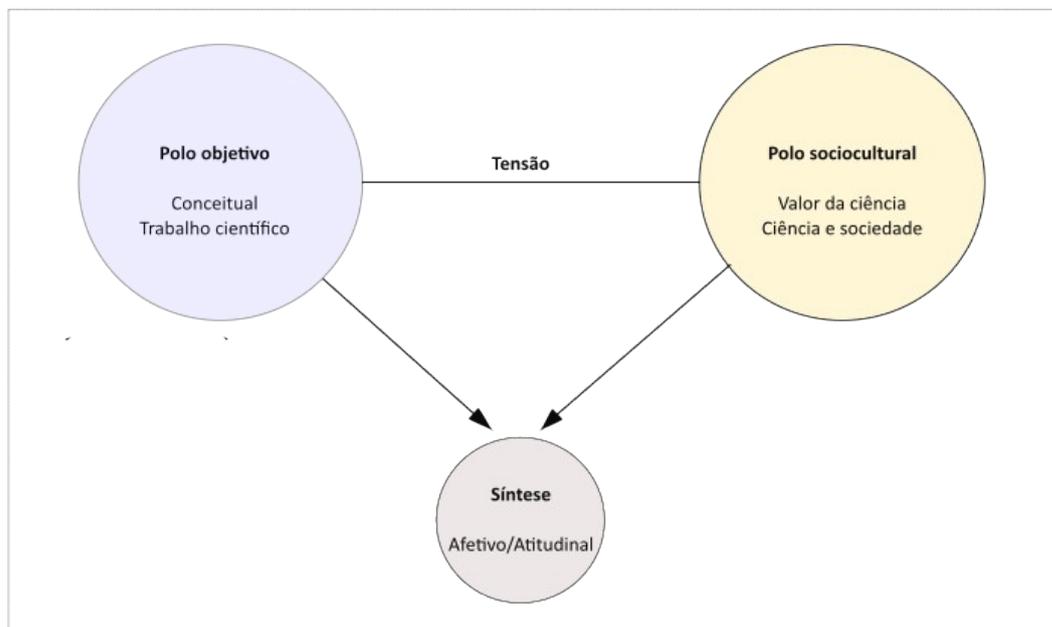
Ao longo de um processo didático, uma problematização inicial desencadeia em problematizações derivadas, as quais demandam novas instrumentalizações. Esse movimento de uma problematização à outra indica que a instrumentalização previamente efetuada produziu avanços cognitivos nos alunos em relação à compreensão do conteúdo, o que em si é uma catarse (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019). Esse momento não deve ser confundido com uma avaliação pontual da aprendizagem, pois que esta é fluida e ocorre ao longo do processo.

A catarse expressa a síntese do movimento de ensino e de aprendizagem, expressando-se no salto qualitativo do desenvolvimento do aluno. Ela corresponde à incorporação dos elementos que foram instrumentalizados na vida dos estudantes – tornando-se elementos ativos de transformação social (Saviani, 2019), ou seja, os momentos catárticos certificam a educação como efetivo instrumento de mediação no interior da prática social.

Articulação dos momentos didáticos da Pedagogia Histórico-Crítica no processo educacional

Vamos relembrar que tomando como base o materialismo histórico e dialético, os cinco domínios do letramento científico formam uma estrutura, na qual a interação entre dois polos opostos resulta em uma síntese capaz de ressignificar qualitativamente a visão da realidade (Figura 4).

Figura 4: Resumo esquemático da análise materialista e dialética das categorias de letramento científico.

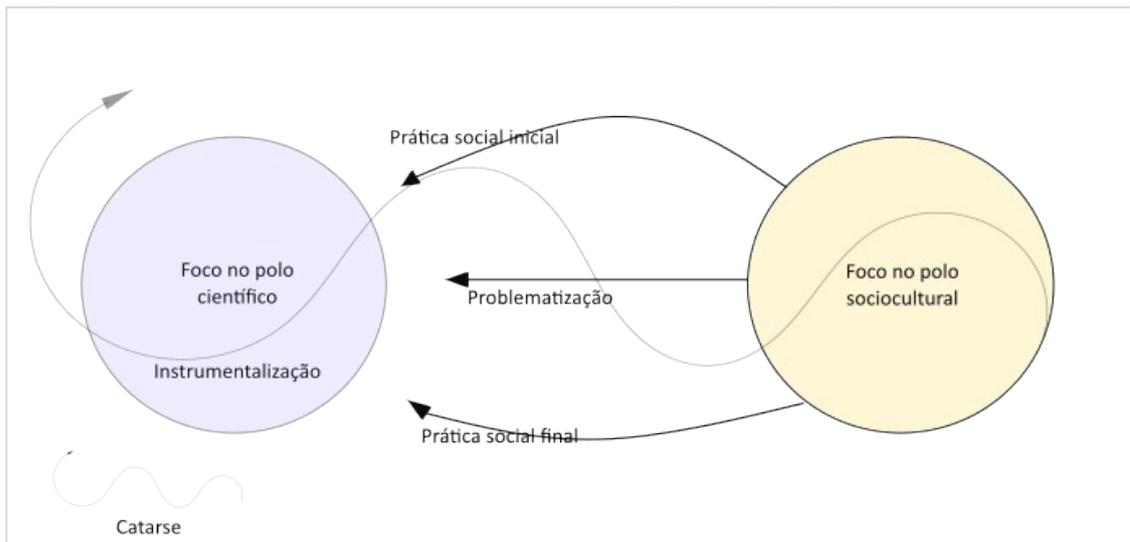


Elaborado pela autora, 2024.

Propomos agora utilizar os momentos didáticos da PHC como forma de direcionar a interação entre os polos opostos do LC, de modo a produzir a síntese dessa interação com intencionalidade, atendendo as necessidades de aprendizagem do aluno concreto.

Assim, se a intenção do professor é levar o aluno à construção de conhecimento referente aos domínios Conceitual e/ou Trabalho Científico, a “prática social inicial” deve envolver o polo oposto no início do movimento, isto é, aos domínios Valor da ciência e/ou Ciência e sociedade. Logo, parte-se da exploração das determinações socioculturais do conteúdo para iniciar a abordagem em uma aula cuja intenção principal é a apropriação das suas determinações científicas. Essa exploração sociocultural continua no momento de “problematizar” o polo objetivo (Figura 5).

Figura 5: Na aprendizagem das determinações científicas/objetivas do conteúdo, as práticas sociais e a problematização trazem elementos do polo oposto.



Elaborado pela autora, 2024.

Com esse movimento inicial, articula-se os polos opostos tendo como referência o conteúdo curricular, provocando desde já um tensionamento que contribui para agregar sentido à aprendizagem, pois, logo de início, se percebe que o conteúdo, embora seja específico, tenha relações com o contexto social do aluno concreto.

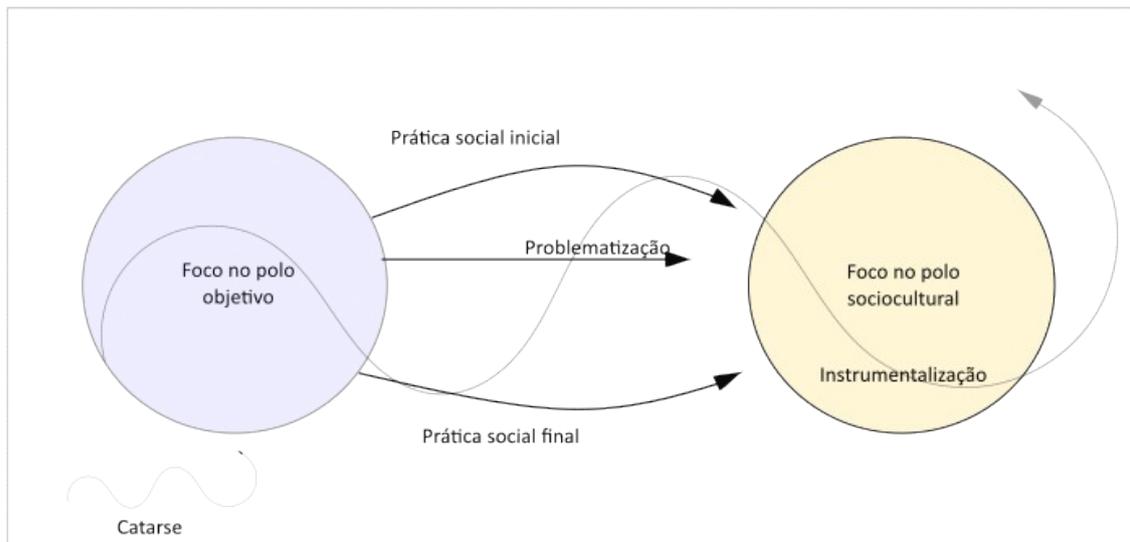
Observa-se no esquema da figura 5 que, diferente da “prática social” e da “problematização” que partem do polo oposto, o momento da “instrumentalização” tem seu foco dentro do mesmo domínio do objetivo principal da aula. Isso porque a instrumentalização é o momento em que o aluno deve se apropriar do conhecimento. Logo, se o objetivo principal da aula é que o aluno se aproprie de conhecimentos referentes aos domínios conceitual e trabalho científico, é com foco no polo objetivo que deve ocorrer a instrumentalização. A aula é o momento em que o aluno se debruça sobre as determinações propriamente científicas do conteúdo, instrumentalizando a si mesmo para possíveis usos desse conhecimento em sua prática social.

Passada a instrumentalização, retorna-se às determinações socioculturais do conteúdo para aprofundar as conexões e entendimento das relações entre ambos os polos, no momento da “prática social final”. Veja que esse retorno ocorre em uma nova configuração, pois agora, o aluno já se apropriou das determinações científicas do conteúdo, portanto as determinações subjetivas ocorrem sobre uma base nova de conhecimento.

O movimento contrário deve se efetivar quando o propósito principal da aula for construir conhecimentos no domínio Valor da Ciência, bem como no domínio Ciência e

Sociedade. Nesses casos, a “prática social inicial” e a “problematização” devem envolver a exploração das determinações científicas ou mais objetivas do tema em questão, cuja exploração inicial dará sentido ao momento da instrumentalização, quando o aluno compreender as determinações socioculturais do conteúdo. Novamente, ao fim do movimento é indicado retornar ao polo objetivo aprofundando as conexões entre as determinações objetivas e subjetivas na “prática social final” (Figura 6).

Figura 6: Na aprendizagem das determinações socioculturais/subjetivas do conteúdo, as práticas sociais e a problematização partem do polo oposto.



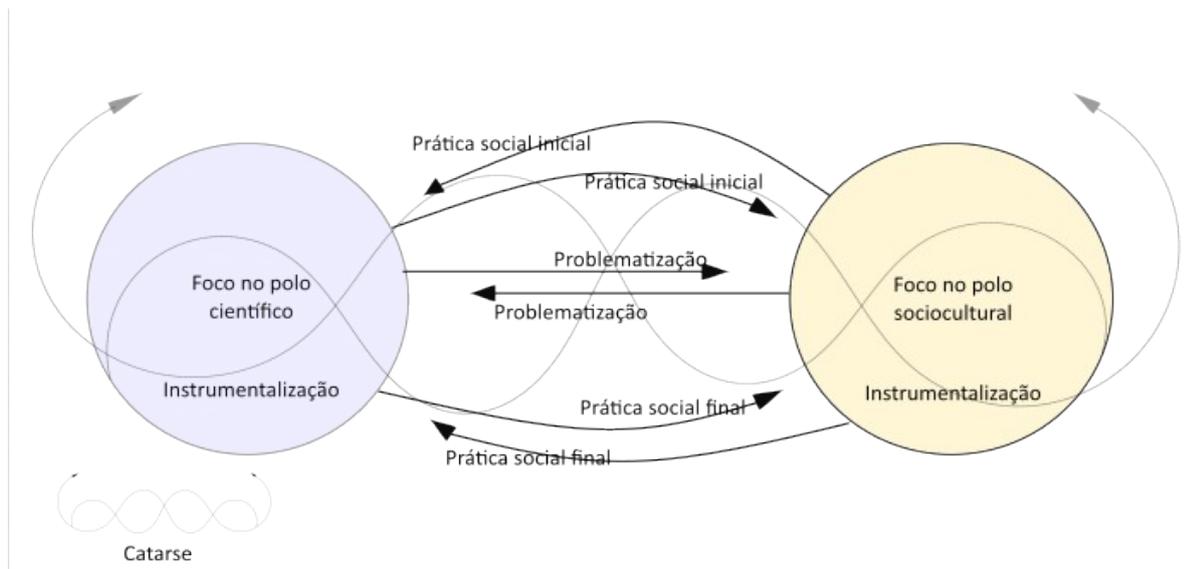
Elaborada pela autora, 2024.

A oposição e o diálogo estabelecido ao longo da sequência didática expõem e tensionam as contradições entre os elementos objetivos e subjetivos relacionados ao conteúdo das aulas, dando significância aos elementos e sentido às relações estabelecidas. Nesse movimento dialético entre os polos objetivos e subjetivos, da tese à antítese, a catarse corresponde à síntese gerada a partir do tensionamento e do diálogo entre os polos opostos. Espera-se que ela se expresse no domínio Afetivo/Atitudinal, o que significaria a assimilação e acomodação de novas percepções acerca das questões discutidas em sala de aula, com potencial reflexo na prática social dos sujeitos da aula.

Desse processo educacional se sobressaem as duas características fundamentais da PHC, pois na abordagem sociocultural do conteúdo clássico se abre a oportunidade do exame crítico das concepções hegemônicas representadas pela ideologia burguesa que recaem sobre o conteúdo. Não obstante, na abordagem científica do conteúdo clássico, deve ocorrer a apropriação dos instrumentos teóricos e práticos necessários à transformação sociocultural.

Por fim, assinala-se que, assim como os momentos da didática da PHC não são isolados ou cronológicos, os momentos e movimentos do presente processo educacional também devem ser desenvolvidos de modo fluido e orgânico. Apresenta-se a seguir a figura esquemática completa desse processo (figura 7).

Figura 7: Resumo esquemático do Processo educacional para o letramento científico fundamentado na PHC.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

As linhas sinuosas que se encaminham de um polo a outro e permeiam todo processo representam os momentos catárticos, que não são pontos singulares, mas devem acontecer ao longo do processo, até culminarem no salto qualitativo levando ao entendimento do todo, com suas especificidades, generalizações e relações diversas.

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM BASE NO PROCESSO EDUCACIONAL

Para experimentar o processo educacional em sala de aula, foi publicado um convite aberto aos professores de biologia da rede pública da cidade de Castanhal/PA. Uma professora atendeu ao convite e, após um detalhamento do projeto e em comum acordo com a direção escolar, aceitou que a experiência fosse realizada em suas aulas, com duas turmas de alunos do segundo ano ensino médio.

A escola onde a experiência ocorreu oferta o ensino fundamental e médio, possui grande porte e pertence ao poder estadual. Fica localizada na zona urbana de Castanhal, em área central. A escolar conta com biblioteca, auditório, sala para Atendimento Educacional Especializado e área de recreação. A estrutura tem aspecto antigo, aparentando necessitar de reformas. Por exemplo, a maioria das salas de aula tem paredes do tipo meio abertas, com portas que não se fecham completamente por causa de problemas nas fechaduras. O calor amazônico é amenizado por ventiladores de parede, que provocam certo barulho. Dentro das salas de aula, boa parte das mesas usadas pelos alunos estão danificadas. Embora, no passado, a escola tenha contado com laboratórios multidisciplinar e de informática, atualmente esses espaços estão inutilizados para fins pedagógicos, servindo como depósitos.

Com relação aos indicadores socioeconômicos, o público atendido pela escola foi classificado no nível IV (nota 4,5) da última avaliação do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), abaixo da média nacional (Brasil, 2023).

A experiência ocorreu no turno da tarde, período que atende jovens entre 10 e 18 anos, com elevada taxa de distorção idade/ano e alto índice de repetência e evasão escolar, segundo registrado no Plano Político Pedagógico da escola.

Com relação às aulas para as turmas do segundo ano, o tema foi escolhido com base no programa curricular indicado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que foi adotada pela escola em 2021. Foi acordado com a professora que a intervenção pedagógica duraria quatro semanas. Assim, foi elaborada uma sequência didática baseada no modelo de processo educacional apresentado, para oito aulas de 45 minutos, com o tema central “divisão celular: mitose e meiose”. Como a escola conta com poucos recursos (livro didático e quadro branco), a sequência didática foi elaborada em acordo com essas condições, buscando estratégias que exigem poucos materiais.

Em cada aula da sequência didática, um momento da PHC orientou a exploração de um dos polos do LC, conforme o quadro 8. Com exceção da primeira aula, utilizada

para conversar com os alunos sobre o projeto e realizar uma revisão sobre a estrutura da célula.

Quadro 2: Resumo esquemático da sequência didática baseada no processo educacional.

Semana/Aula	Tema	Momento pedagógico	Polo do LC
Semana 1/Aula 1	Célula	Revisão de conceitos	Objetivo (domínio conceitual)
Semana 1/Aula 2	Divisão celular	Prática Social Inicial	Subjetivo (domínio Valor da ciência; Ciência e sociedade)
Semana 2/Aula 3	Mitose	Problematização	Subjetivo (domínio Valor da ciência; Ciência e sociedade)
Semana 2/Aula 4	Mitose	Instrumentalização	Objetivo (domínio conceitual e trabalho científico)
Semana 3/Aula 5	Mitose	Instrumentalização	Objetivo (domínio conceitual e trabalho científico)
Semana 3/Aula 6	Mitose	Instrumentalização	Objetivo (domínio conceitual e trabalho científico)
Semana 4/Aula 7	Divisão celular	Prática social final	Subjetivo (domínio Valor da ciência; Ciência e sociedade)
Semana 4/Aula 8	Divisão celular	Prática social final	Subjetivo (domínio Valor da ciência; Ciência e sociedade)

Elaborado pela autora, 2024.

A produção da sequência didática foi norteada pelo objetivo geral de promover a compreensão das características essenciais do processo de divisão celular (mitose), as relações com outros conteúdos das ciências, com o cotidiano particular e com a sociedade. Ainda, captando elementos dos domínios Valor da ciência e Trabalho científico.

O processo de análise do desempenho dos alunos e de avaliação da sequência didática se deu na perspectiva qualitativa, com foco em dois fatores. Por um lado, foi analisado o processo educacional quanto a sua efetividade em articular a abordagem dos múltiplos domínios do letramento científico, de um modo amplo e crítico. Por outro lado, foi avaliada a aprendizagem dos alunos no decorrer das aulas efetuadas, no que concerne à apreensão dos conceitos científicos e das relações que eles estabelecem com os demais domínios do LC.

A produção oral e textual dos alunos foi incentivada por meio de discussões sobre questões sociocientíficas durante a prática social inicial e a problematização, junto a questões investigativas abertas durante a instrumentalização. Assim, gerando um corpus para análise, a qual se deu orientada pela teoria da Análise de Discurso (PÊCHEUX, 2014).

Quanto ao uso da Análise de Discurso, optou-se por essa abordagem devido à sua capacidade em desvelar posicionamentos ideológicos, desde aqueles que dominam o sujeito do discurso até aqueles que se posicionam abaixo da ideologia principal. Levou-se em consideração que a ciência é dotada de uma filosofia que nega as ideologias, de modo que nas aulas de biologia deve ocorrer a construção de um embate ideológico da ciência com as visões de mundo dos alunos. Dessa maneira, pela análise dos discursos produzidos em sala de aula, seria possível avaliar as ideologias trazidas para o embate e os possíveis avanços da filosofia científica à medida que conceitos científicos fossem construídos, bem como à medida que as próprias ideologias que cercam a relação ciência e sociedade fossem, na medida do possível, desveladas.

Além de tomar a filosofia científica como um indicador da apropriação de uma visão de mundo baseada no conhecimento científico, a Análise de Discurso também serviu à captação dos indicadores dos domínios do LC. Desse modo, as produções textuais dos alunos foram analisadas com vistas a identificar se os indicadores dos domínios de LC se faziam presentes nos discursos elaborados, bem como os sentidos agregados.

Ressalta-se que durante a análise foi levado em consideração o contexto imediato de produção dos discursos (escola) e o contexto sociocultural do grupo de alunos.

A seguir, o quadro 3 apresenta o planejamento da sequência didática em mais detalhes.

Quadro 3: Sequência didática seguindo a proposta do processo educacional.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD) SOBRE O TEMA DIVISÃO CELULAR: MITOSE E MEIOSE (FOCO PRINCIPAL NO POLO CIENTÍFICO)		
1ª Semana	Aula 01 – Revisão conceitual Revisão sobre a estrutura celular – Célula (funções da célula; organelas; núcleo celular; material genético)	
	POLO OBJETIVO (DOMÍNIOS CIENTÍFICOS)	OBSERVAÇÕES
Objetivo	Consolidar conceitos científicos básicos para o estudo do tema da SD	A revisão conceitual se fez necessária porque a pesquisadora não conhecia o grupo de alunos. Contudo, para o professor ou professora que trabalha com o grupo, essa etapa poderia ser dispensada.
Método	Quizz de revisão (apresentação de conceitos e perguntas sobre o significado)	
Recursos	Quadro branco, pincéis. Perguntas impressas distribuídas aos alunos	
Avaliação	Avaliar o conhecimento conceitual dos alunos sobre o tema através das respostas ao quizz.	
1ª Semana	Aula 02 – Prática Social Inicial Domínios socioculturais da biologia celular	
	POLO SUBJETIVO (DOMÍNIOS SOCIOCULTURAIS)	OBSERVAÇÕES
Objetivo	Captar os domínios sociocientíficos das tirinhas de divulgação científica e crítica social	Parte-se da exploração da visão dos estudantes sobre os aspectos socioculturais que rodeiam o conteúdo.
Método	Prática Social Inicial: Discussões em grupo e produção de texto.	
Recursos	Material impresso	
Avaliação	A partir das respostas orais e escritas, observar a percepção dos alunos sobre o tema, com base nos indicadores dos domínios de LC em foco.	
2ª Semana	Aula 03 – Problematização Mitose	

	POLO SUBJETIVO (DOMÍNIOS SOCIOCULTURAIS)	OBSERVAÇÕES
Objetivo	Problematizar: Perceber e compreender os aspectos do tema que se relacionam com a ciência e com a sociedade, para assim compreender a importância pessoal e social de adquirir conhecimentos sobre o tema	Como o objetivo principal da aula está no polo objetivo, a problematização explora os aspectos socioculturais do conteúdo, conforme o processo educacional propõe. Porém levando a percepção da necessidade da sua aprendizagem.
Método	Problematização: Leitura e interpretação de texto, seguida de questões sociocientíficas para discussão	
Recursos	Texto e questões impressas	
Avaliação	Observar se os alunos compreenderam a importância da aprendizagem do tema, através das respostas dadas às questões sociocientíficas.	
2ª Semana	Aula 04 – Instrumentalização Mitose	
	POLO OBJETIVO (DOMÍNIOS CIENTÍFICOS)	OBSERVAÇÕES
Objetivo	Instrumentalizar: Compreender o que é ciclo celular e as fases do processo de mitose.	A instrumentalização consiste na apropriação do tema principal da aula. Como nesta sequência didática o objetivo principal está no polo objetivo, a instrumentalização também tem seu foco nos elementos objetivos do tema. Após uma aproximação aos aspectos socioculturais do tema nas aulas 02 e 03, a aula 04 explora os elementos científicos deles promovendo uma ampla abordagem do conteúdo.
Método	Instrumentalização: Leitura do livro didático e do material de apoio. Divisão da turma em grupos para construção de modelos de uma das fases da mitose. Ao final, cada grupo apresenta a fase que modelou até que todas as fases sejam apresentadas.	
Recursos	Livro didático, material impresso, massas de modelar, papel cartão, canetas coloridas.	
Avaliação	Observar se os conceitos científicos estão sendo usados nas respostas, além de quais e como estão sendo usados.	
3ª Semana	Aula 05 e 06 – Instrumentalização (mitose)	
	POLO OBJETIVO (DOMÍNIOS CIENTÍFICOS)	OBSERVAÇÕES
Objetivo	Instrumentalizar: Consolidar conhecimentos sobre as fases da mitose e exercitar habilidades do raciocínio científico, fazendo uso da lógica e da argumentação baseada	Segue a instrumentalização com foco no

	em evidências.	polo objetivo/científico do tema mitose. As metodologias usadas nesse momento atendem a exploração do conteúdo e objetivo das aulas 04, 05 e 06.
Método	Instrumentalização: Ensino investigativo, por meio de questão aberta.	
Recursos	Material impresso	
Avaliação	Indicadores conceitual: Analisar as respostas escritas, observar se os conceitos estão sendo usados, se estão no contexto e sentido corretos e se há associação entre diferentes conceitos e processos. Indicadores trabalho científico: observar nas respostas escritas se surgiram indicadores do domínio trabalho científico, tais como raciocínio lógico e contraposição entre modelos científicos e realidade concreta	
4ª Semana	Aula 07 e 08 – Prática Social Final	
	POLO SUBJETIVO (DOMÍNIOS SOCIOCULTURAIS)	OBSERVAÇÕES
Objetivo	Autoavaliação sobre a evolução da própria compreensão dos conceitos observados no início da sequência didática Autoavaliação sobre a compreensão das relações ciência e sociedade	A prática social final volta à exploração dos elementos socioculturais do tema principal das aulas, assim como a prática inicial e a problematização.
Método	Prática Social Final: Quizz de autoavaliação. Discussão em grupos e produção de textos sobre recortes trazidos das redes sociais que se relacionam ao tema da sequência didática com elementos da sociedade.	
Recursos	Material impresso	
Avaliação	Nota sobre os conceitos que os alunos reconhecem e não reconhecem. Observação da ocorrência de indicadores dos domínios Ciência e Sociedade e Valor da Ciência nos textos produzidos pelos alunos.	

Elaborado pela autora, 2024.

Importante destacar que os elementos objetivos e subjetivos do tema trabalhado surgem também de modo espontâneo a partir das abstrações dos estudantes, dos professores ou mesmo por ser inerente a determinada atividade proposta – independente se o objetivo do professor em determinado momento seja um ou outro polo do LC. Por exemplo, durante a construção de modelos científicos (aula 04), o objetivo principal está na compreensão dos aspectos conceituais e processuais do fenômeno da mitose (polo objetivo), ainda assim a construção de modelos inclui elementos subjetivos do LC, como a compreensão de que a produção de modelos pela ciência se dá na perspectiva de uma aproximação da realidade e não na realidade propriamente dita, algo ligado à natureza e história da ciência. Isso mostra que a posição separada dos polos objetivos e subjetivos do LC no processo educacional e na sequência de aulas são uma forma didática de dar evidência a esses polos e assim planejar de modo consciente o constante diálogo entre eles. Contudo, na realidade, todos os conteúdos da ciência agregam inseparavelmente elementos objetivos e subjetivos, científicos e socioculturais.

A sequência didática apresentada acima tem o polo objetivo/científico como foco principal das aulas. Contudo, caso o conteúdo trabalhado pertencesse ao polo subjetivo/sociocultural do LC, então os momentos da prática social e da problematização se concentrariam em explorar os elementos mais objetivos do tema, enquanto a instrumentalização buscaria a apropriação dos elementos socioculturais. Dessa maneira, reforçamos que um conteúdo sempre terá uma abordagem ampla, que alcança seus aspectos tanto científicos, quanto socioculturais.

Aplicação da sequência didática

A sequência didática ilustrada no quadro 3 foi elaborada para duas turmas do segundo ano do ensino médio. Conforme acordo com a professora titular das turmas, a sequência didática foi planejada com oito aulas, prevendo o tempo de quatro semanas, com um encontro semanal composto por duas horas-aula de quarenta e cinco minutos cada uma.

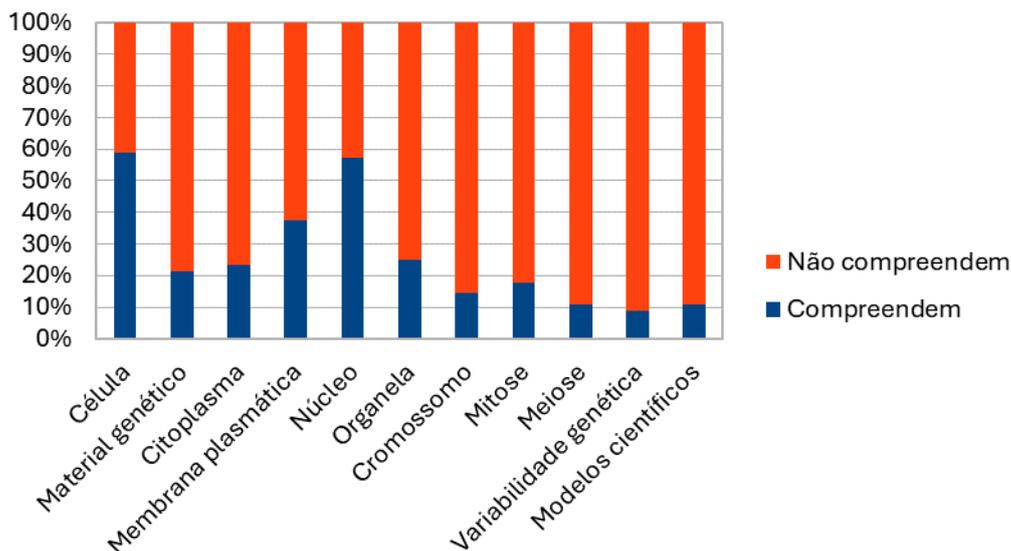
Buscou-se realizar nesse curto espaço o arco da PHC, que vai da prática social inicial à prática social final, promovendo e avaliando o processo dialético entre os polos objetivo e subjetivo, planejado para o presente processo educacional. O relato das oito aulas efetuadas junto a análise qualitativa dos dados coletados pretende mostrar o

movimento do aluno ao desenvolver novas compreensões da realidade por meio da abordagem do conteúdo ao longo da sequência didática, bem como perceber como essas novas compreensões interagem com os sentidos atribuídos ao conteúdo.

Aula 01: Apresentação do projeto e revisão de conceitos básicos para o estudo da divisão celular

A aula 01 foi utilizada para apresentar o projeto de pesquisa à turma, distribuir o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e realizar uma revisão conceitual sobre a estrutura da célula eucarionte. Na ocasião também foram coletadas informações a respeito do domínio conceitual para saber o nível de compreensão dos alunos sobre os termos chave da aula, além da possível evolução deles no domínio desses termos ao longo da sequência didática. Para isso, foram apresentados onze conceitos básicos, necessários para o estudo da divisão celular. Com a lista de conceitos científicos em mãos, eles realizaram uma autoavaliação, indicando os conceitos que sabiam ou não explicar o significado. Considerando as duas turmas do segundo ano juntas (56 alunos), apenas os termos “célula” e “núcleo” foram reconhecidos por mais de 50 % dos alunos. Os demais termos, apesar de fazer parte do currículo escolar desde o ensino fundamental, foram indicados como “não conheço” ou “conheço, mas não sei explicar” por mais de 60 % deles, com alguns conceitos atingindo índices de mais 90 % (Figura 8).

Figura 8: Domínio conceitual: compreensão dos alunos sobre conceitos básicos.



Aula 02: Prática Social Inicial

Na aula 02 ocorreu a aplicação do processo educacional propriamente dito, com a prática social inicial. Naquele momento, admitiu-se que o aluno se encontra no chamado nível sincrético inicial, quando possui uma visão superficial e confusa da realidade de um objeto (Saviani, 2011). Portanto, considerou-se importante para esse estudo coletar dados para a análise de elementos que demonstrem os conhecimentos e posicionamentos dos alunos nesse estágio inicial, para então ser possível avaliar a evolução deles ao final da sequência didática. Assim, no primeiro encontro com a turma, foram aplicadas atividades para levantar as concepções e conhecimentos dos alunos em relação aos domínios de LC, mais precisamente do domínio Conceitual na aula de apresentação e revisão (aula 01) e dos domínios Valor da ciência e relação Ciência e sociedade, na prática social inicial (aula 02).

Os domínios mais subjetivos do LC foram utilizados para provocar discussões com os alunos, dando-lhes oportunidade para externar os conhecimentos e concepções que eles possuíam naquele momento sobre os temas sociocientíficos relacionados a célula e a divisão celular. Para isso, foram utilizadas três tirinhas capturadas na *internet*, a partir das quais foram construídas as questões sociocientíficas. Os alunos se reuniram em pequenos grupos para discutir as questões, porém cada aluno escreveu a resposta individualmente.

Percepções acerca do domínio Valor da Ciência

A primeira tirinha sugeria que a escola trazia conhecimentos científicos muito específicos da biologia (na tirinha aparece o termo mitocôndria), que em nada contribuem para os problemas práticos da vida adulta (Figura 9).

Figura 9: Tirinha usada no momento da prática social inicial.



Fonte: Extraído de <<https://pt.memedroid.com/memes/detail/2819659/Mitochondrias-fazem-a-chamada-respiracao-celular-quebrando-a-glicose-introduzindo-oxigenio-no-carbono>>, janeiro de 2024.

Diante dessa imagem, foi elaborada a seguinte questão: “Qual a mensagem da tirinha a respeito dos científicos conhecimentos que aprendemos na escola? Para você, essa mensagem faz sentido ou não? Por quê?”. A ideia era provocar uma reflexão sobre a importância dos conhecimentos científicos clássicos aprendidos na escola. Após o tempo estabelecido para a atividade, os alunos apresentaram suas opiniões perante a turma e entregaram a resposta escrita. Por meio das discussões e das produções textuais, buscou-se captar indicadores do domínio de LC Valor da ciência.

A análise de discurso foi realizada sobre um corpus de 45 respostas oriundas das duas turmas. 11 alunos deixaram a questão em branco, sob o argumento de que naquele momento não sabiam opinar a respeito. Em resumo, apenas um aluno mostrou observar um mínimo de valor intrínseco ao conhecimento científico, embora não tenha conseguido expressar de modo elaborado essa percepção, conforme o enunciado a seguir.

ANTÔNIO: O sucesso na vida depende dos conhecimentos que possuímos. Todos os conteúdos científicos que aprendemos na escola servem para gerar habilidades, aumentar nossa inteligência e saber escolher a melhor forma de viver a vida. Esses conhecimentos são uma forma da gente garantir uma melhor visão do mundo ao redor. Para sobreviver, é preciso ter conhecimento não só em um assunto, mas em vários. Por exemplo, para gerir as finanças, criar os

filhos, cuidar da casa, os conhecimentos adquiridos na escola servirão como uma base para a gente dar conta dessa vida futura.

Em seu enunciado, Antônio coloca o conhecimento como um elemento que ajuda a moldar uma determinada forma de perceber a sua realidade. Entre diferentes formas possíveis de ver o mundo, o conhecimento “garante” a “melhor visão”. Ele argumenta que o conhecimento também é importante para gerenciar a própria vida, em suas escolhas do dia a dia, uma vez que o conhecimento lhe capacita com habilidades que são úteis para seu crescimento intelectual, sendo um capital para basear escolhas futuras, importantes para sua sobrevivência. Assim, o aluno demonstra perceber a ciência como uma forma de conhecimento humano, que serve não só à produção científica, mas também como um bem cultural, sendo esse um dos indicadores do domínio Valor da Ciência.

Contudo, Antônio foi uma exceção, pois entre as respostas produzidas predominaram duas tendências: 1. Alunos que não concebiam nenhum sentido prático ou cultural no conhecimento científico adquirido na escola, mas, não obstante, atribuíam-lhe importância para a vida futura, devido à necessidade de passar no vestibular e cursar uma faculdade, a necessidade de passar em um concurso público e garantir segurança financeira ou, por fim, o objetivo de entrar no mercado de trabalho no curto prazo e obter uma renda para melhorar a qualidade de vida; 2. Alunos que não concebiam nenhuma importância no conhecimento científico do currículo escolar, devido à especificidade dos assuntos estudados ou falta de compreensão sobre eles.

Sobre a primeira tendência, registra-se a produção de três alunos como exemplos:

ALICE: Seria mais interessante aprender coisas práticas para o dia a dia e para o mercado de trabalho. O conhecimento científico que a gente aprende na escola só tem importância para fazer o ENEM, na vida mesmo, não tem muito sentido.

Em seu enunciado, Alice expressa a visão de que os temas trabalhados nas aulas de ciências são muito teóricos e distantes, sem utilidade para a sua vivência cotidiana, nem mesmo lhe capacita para obter um emprego (“*seria mais interessante aprender coisas práticas*”). Continuando, a aluna externaliza que, como algo teórico, o valor do conhecimento científico reside apenas na cobrança que existe para a prova do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) que dá acesso ao ensino superior. Assim, esse discurso deixa perceber que a importância do conhecimento científico está em uma visão futura de ingressar em um curso superior (expectativa própria), mas para isso é necessário atingir determinada nota no ENEM (expectativa externa imposta pelo

programa), ou seja, o ENEM cobra esse tipo de conhecimento, mas a aluna não compreende a sua importância (“*na vida mesmo não tem muito sentido*”).

AMARA: Os conhecimentos em ciências e biologia e, também, os outros que a escola transmite, vai ajudar a ter um bom trabalho, com dinheiro suficiente para nossas necessidades pessoais e da família. É o primeiro passo para o futuro. As diferentes áreas possibilitam vislumbrar diferentes trabalhos e isso vai nos ajudar, como uma base, para escolhas futuras.

Observa-se que para Amara, o conteúdo de ciências é necessário para obter um diploma. Portanto, uma espécie de capital que vai servir ao futuro, na busca por uma colocação no mercado de trabalho, que lhe garanta a subsistência pessoal e familiar. A aluna não demonstra perceber nenhuma relação do conhecimento científico na sua vida cotidiana ou mais próxima da sua realidade concreta.

LORRANY: Os conhecimentos científicos mais específicos, faz sentido pra quem deseja seguir uma carreira que envolve aquela especialidade. Mas também, caso houvesse aula sobre como lidar com a vida financeira, por exemplo, os alunos também não iam dar muita atenção. Acho que os estudos não são vistos como prioridade pelos alunos, ou pais. Talvez porque, não importa o quanto você se esforce, sempre terá alguém com condições de vida melhores, que vai passar na sua frente. Por exemplo, nas notas do ENEM, a maioria das notas mil na redação vieram de alunos das escolas particulares.

O que Lorrany denomina “conhecimentos científicos mais específicos” é, na verdade, conteúdo curricular clássico das ciências, como a estrutura básica de uma célula (tema da aula). Por não perceber relevância do conteúdo para as questões do seu dia a dia, ela considera que o conhecimento pode ser importante para outras pessoas que seguirão carreira na área das ciências, contudo, para ela não teria valor (pois não deseja seguir essa área). Ao mesmo tempo, Lorrany traz um recorte de classe social, ao atribuir a falta de interesse dos alunos (e dos pais em incentivar ou investir nos filhos) às dificuldades de competir com pessoas que possuem acesso à melhores escolas e recursos. Mais uma vez o ENEM é citado como uma “entidade” para a qual o conhecimento científico importaria, com isso ela se percebe em uma posição de desvantagem em relação aos concorrentes das classes média e alta, de modo que seria inútil se esforçar diante da desigualdade social.

O discurso expresso nas três respostas predominou entre 36 alunos (64 % do grupo). Pode-se dizer que essa ideia de que a educação é uma via para ascensão social

é comum na escola, na família e, também, nas mídias. Ela se materializa no esforço que muitas famílias carentes realizam para que os filhos estudem, na esperança de terem melhores condições de vida. Mesmo o pessimismo da aluna Lorrany deixa transparecer essa ideologia de educação como via para uma vida melhor. Ela não nega essa visão, mas se ressentida por não estar em uma escola particular, que supostamente lhe daria condições para competir com os outros.

Contudo, pela ausência de outras compreensões acerca da importância de se apossar do conhecimento científico, observa-se que a visão do ensino de ciências para a formação cidadã, para a democracia e para o pensamento crítico, estaria passando ao largo desse grupo de estudantes. A título de exemplo, essas outras compreensões que os alunos parecem não perceber nesse primeiro encontro, envolvem desde a percepção sobre a demanda que a atual sociedade faz do conhecimento científico até a valoração do mesmo como capital usado para a tomada de decisões cotidianas ou, até mesmo como simples reconhecimento da ciência como bem cultural.

Os discursos dos alunos foram na contramão da formação discursiva para o ensino de ciências e o letramento científico, tomados como referencial na pesquisa que originou o presente produto educacional, o qual se apoia em uma educação crítica, próxima ao aluno, voltada para a cidadania. Percebe-se que os discursos apresentados se aproximam da educação tecnicista e acrítica, cujo objetivo se volta unicamente para a formação técnica e a possibilidade de se enquadrar ao mercado de trabalho.

Salienta-se que o apagamento do viés crítico da educação é um esforço das classes dominantes e reflexo da ideologia neoliberal, que se beneficiam da visão deficiente dos estudantes sobre as potencialidades dos conhecimentos clássicos sobre o seu modo e estilos de vida, para além da ascensão econômica.

Sobre a segunda tendência de respostas, seguem os discursos de dois alunos:

HIAGO: Dizem que nós precisamos aprender biologia e matemática etc., mas isso não faz sentido nenhum. Porque o conhecimento precisa ser mais exato para o aluno e não várias coisas que o aluno não entende nada.

JOÃO: Na biologia estudamos sobre os seres vivos, célula, ecossistemas, genética, evolução. Para mim, isso não se encaixa quando penso no meu futuro, porque não tem nada a ver com os conhecimentos que eu preciso ter para a minha vida adulta. Muitas coisas que os professores trazem, eu paro e penso “pra quê que eu tô estudando isso? Será que esse assunto vai ser usado pra fazer o meu futuro?”. Na minha opinião a escola deveria acrescentar matérias que preparasse a gente para encarar a realidade do mundo.

Assim como as alunas citadas anteriormente, Hiago e João discordam que o conhecimento científico seja de fato importante. Eles não concebem nem mesmo uma importância para o ingresso no ensino superior ou no mercado de trabalho. Os discursos produzidos indicam que a desvalorização do conhecimento científico ocorre devido à ausência de conexão das aulas de biologia e outras ciências com a realidade imediata dos alunos ou com suas perspectivas para o futuro – “o conhecimento precisa ser mais exato”, diz Hiago criticando a carga teórica e nível de abstração que o conteúdo exige. Essa falta de conexão impacta a compreensão desses alunos (“*várias coisas que o aluno não entende nada*”) e resulta na desvalorização do conhecimento em si. Do mesmo modo, quando João diz que a escola deveria apresentar conteúdos que preparassem para o mundo, ele demonstra, assim como Hiago, não perceber relação entre o conteúdo curricular de ciências e a sua realidade atual ou com seus projetos de vida.

Tanto no primeiro, quanto no segundo padrão de respostas, percebe-se que os alunos externalizam em seus discursos a falta de uma aprendizagem em ciências conectada com a própria realidade. Essa lacuna parece ter impacto na importância que eles dão (ou deixam de dar) ao conhecimento científico, de modo imediato e, também, na conformação de seus projetos e estilos de vida.

A desvalorização do conhecimento científico por esse grupo de alunos, se dá no contexto de uma escola cuja estrutura é precária e os recursos escassos. Os professores contam apenas com o livro didático e o quadro branco, em uma sala de aula com portas e janelas abertas, onde os ruídos externos se misturam com os sons internos provocados pelos ventiladores. Além disso, a carga horária das disciplinas científicas sofreu uma redução desde o início do novo ensino médio, em 2022, obrigando os professores a buscarem mais escolas e turmas para compensar a carga horária perdida – uma vez que afeta diretamente o salário. Esse cenário tem consequências na qualidade das aulas ministradas pelos professores, que além de contar com poucos recursos, atendem diferentes níveis de ensino e, portanto, não dispõem de tempo adequado para o planejamento das aulas.

Observamos que o cenário descrito não é aleatório, mas está dentro de uma conformação social na qual a ideologia de que a escola serve unicamente à ascensão social junto ao cenário precário da escola e difíceis condições de trabalho docente, formam um combo que atende aos interesses das elites econômicas nacionais, que necessitam de mão de obra a baixo custo e com pouco senso crítico.

Percepções acerca do domínio Ciência e Sociedade

A segunda questão sociocientífica se baseou na comparação entre duas tirinhas que traziam como pano de fundo uma relação entre conhecimento científico, tecnologia, desinformação e sociedade. Os alunos reunidos em pequenos grupos discutiram o teor das tirinhas, visando interpretá-las e relacioná-las. Em seguida, compartilharam suas conclusões com os demais colegas de turma. Por fim, foi elaborada e entregue à professora uma resposta escrita individualmente.

A análise das respostas escritas mostra que apenas 11 alunos (19,6 %), conseguiram estabelecer, de modo rudimentar, as ligações entre o conhecimento científico e o avanço da tecnologia, com seus impactos sobre a sociedade. Veja a seguir os indicadores do domínio Ciência e sociedade presentes em algumas dessas respostas.

ANTÔNIO: O conhecimento da biologia e das outras ciências são importantes para o conhecimento da vida e de outros elementos relacionados. Uma pessoa com pouco conhecimento científico tem mais chance de cair em fakenews e se prejudicar, como aconteceu quando tivemos a pandemia onde pessoas preferiram não se vacinar. Também acontece o contrário, quando uma pessoa tem conhecimento científico adequado, ela sabe cuidar melhor de si mesma. Eu vejo nessas tirinhas que a falta de conhecimento em ciências gera uma lacuna de informações valiosas para as diversas circunstâncias da vida.

Na primeira frase do enunciado, Antônio demonstra perceber as conexões que existem entre diferentes áreas da ciência ao registrar que o tema “vida” é atravessado pela biologia e, também, por “outras ciências”. Em seguida ele relaciona o saber científico ao comportamento individual de um sujeito em sociedade, dando como exemplo as diferentes posturas entre sujeitos com diferentes níveis de conhecimento científico diante de notícias falsas. Na última frase do enunciado, o aluno pondera que o saber científico é um elemento importante para a tomada de decisões e resolução de problemas, uma vez que a sua ausência “gera uma lacuna”, que seria sentida quando o sujeito estivesse diante de “diversas circunstâncias” que exigiriam esses saberes para tomar uma decisão.

Conforme o quadro 1, o indicador de LC que predominou na resposta de Antônio foi o “Conhecimento sobre diversas áreas da ciência e suas conexões entre si mesma e com a sociedade”. Antônio é o mesmo aluno cuja resposta na questão anterior demonstrou indicadores do domínio Valor da Ciência, o que transparece também na resposta da segunda questão.

Vejamos agora, o enunciado de outro aluno.

ROBERT KAUÃ: A tecnologia pode ajudar na disseminação de doenças, porque pessoas desinformadas, que não buscam conhecimento passam informações falsas pela internet. Mesmo com evidências científicas, muitas pessoas não mudam de ideia e passam desinformação adiante porque estão contaminadas. A falta de conhecimento sobre ciências é prejudicial e impulsiona a dispersão de notícias falsas na sociedade.

Embora Kauã não tenha desenvolvido a sua ideia, é possível observar que ele estabelece uma relação entre o conhecimento científico e a sociedade. Seu enunciado nos permite interpretar que a aquisição de conhecimento científico impede ou diminui a propagação de notícias falsas, reconhecendo que a ciência pode nos habilitar para identificar *fakenews* e assim, repudiá-las em vez de as compartilhar, o que teria impacto positivo para a comunidade. Assim como no enunciado de Antônio, predomina na resposta de Kauã o indicador “Conhecimento sobre diversas áreas da ciência e suas conexões entre si mesma e com a sociedade”, mesmo que de modo ainda limitado.

VINÍCIUS: As notícias que chegam pelo celular contaminam as pessoas e muitas contrariam a ciência usando os produtos da própria ciência. Hoje em dia, as pessoas acreditam no que veem na internet, sendo que o avanço da tecnologia tem seu lado positivo, mas também pode ser negativa nas mãos de pessoas sem muito conhecimento.

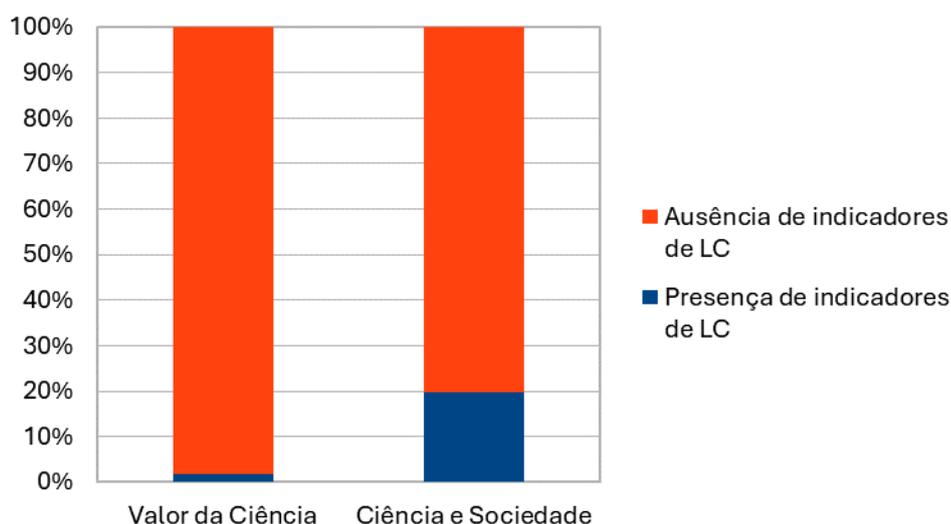
No enunciado produzido por Vinícius, observa-se que ele consegue perceber o avanço da tecnologia como fruto da produção científica, do mesmo modo, ele percebe que esse avanço pode ser tanto positivo quanto negativo, ou seja, em sua visão, a ciência impacta de alguma forma a sociedade. Por fim, ele atribui um peso ao conhecimento científico, ao declarar que “pessoas sem conhecimento” podem vir a fazer mau uso da tecnologia. Ainda que o bom ou mau uso da mesma envolva mais que o simples domínio de conhecimento científico, é possível dizer que Vinícius externalizou em sua resposta elementos do indicador de LC intitulado “entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente”.

Os demais 45 alunos (80,4 %), não atingiram nenhum indicador do domínio Ciência e Sociedade.

O aluno empírico e o aluno concreto

Majoritariamente, os alunos das duas turmas do segundo ano do ensino médio apresentaram dificuldades para responder as questões sociocientíficas, demonstrando uma visão estreita sobre os domínios de LC explorados – Valor da ciência, Ciência e sociedade (Figura 10). Mesmo entre aqueles que conseguiram produzir uma resposta, observa-se que os enunciados produzidos foram simples, a maioria sem argumentação e, quando ela se faz presente, é pouco elaborada, sem apoio em evidências ou uso de exemplos. Contudo, tal resultado era esperado, uma vez que na prática social inicial, os alunos possuem uma visão ainda sincrética ou caótica sobre o conteúdo curricular tratado em sala de aula.

Figura 10: Presença de indicadores dos domínios Valor da Ciência e Ciência e Sociedade.



Elaborado pela autora: 2024.

As discussões produzidas na prática social inicial permitiram observar um pouco das necessidades do aluno empírico em contraponto às necessidades do aluno concreto. Conforme se comentou previamente, o aluno empírico expressa a consciência de necessidades imediatas, pelas quais é dominado (SAVIANI, 2006). Percebemos que as necessidades imediatas do nosso grupo de alunos é concluir a formação escolar para ingressar no mercado de trabalho. O que corresponde à necessidade de subsistência, por um lado e, por outro, à necessidade de atender aos desejos de consumo.

Não buscamos julgar as perspectivas do aluno empírico como certas ou erradas, porém, ao passar pela escola e conquistar um diploma, esse desejo imediato será

atingido, de modo que é preciso então observar quais as necessidades do aluno concreto, ou seja, aquelas em risco de não serem contempladas durante o período escolar e, cujas ausências, podem lhe causar prejuízos no decorrer da sua vida.

Em relação ao conhecimento científico e tendo por base as produções discursivas efetuadas durante a prática social inicial, notamos que os alunos possuem carências nos vários domínios do LC. No domínio conceitual, essas carências se convertem em limitações na interpretação e utilização dos produtos da ciência que adentram o cotidiano da população em geral. O exemplo mais notável que temos na atualidade é o problema causado pela ignorância de parte da população sobre o conceito de vacina, que por não o compreender, se tornam mais facilmente manipuláveis por discursos que vão contra seus próprios interesses, nesse caso, de saúde e bem-estar. Embora a falta de compreensão do aspecto científico do termo não seja em si um fator determinante, ele é importante no conjunto das ideias que levam uma pessoa a se vacinar e vacinar os filhos ou se negar a isso.

A atividade de revisão de conceitos realizada no início da primeira aula, mostrou que mais de 40 % dos alunos não sabem explicar minimamente o que é uma célula, 78 % não conhecem o significado de material genético, 91 % não sabem o significado de variabilidade genética (Figura 8). Conceitos que estão no dia a dia dos noticiários, trazidos pelas discussões em diferentes assuntos de interesse da sociedade, como conservação da biodiversidade, crise climática, biotecnologia e bioética, entre outros. Assim, avalia-se que é do interesse do aluno concreto, a apropriação de conceitos científicos, para que ele possa interpretar corretamente informações sobre saúde, por exemplo, bem como tomar lugar nos debates sociocientíficos da sociedade, adquirindo segurança na interpretação dos discursos e, por conseguinte, apresentando maior autonomia em seus posicionamentos perante questões que exijam domínio de conceitos científicos básicos.

Em continuação, o aluno concreto que encontramos nas duas turmas, apresentou também a necessidade de desenvolver sensibilidade para com o valor da ciência como um bem intelectual e cultural, capaz de enriquecer sua visão sobre o mundo e a sua realidade, ajudando-o a discernir um discurso ideológico de um discurso científico – capacidade que o possibilita julgar de modo mais claro os interesses envolvidos em cada contexto. Portanto, há para o aluno concreto a necessidade de perceber valores inerentes ao conhecimento científico, que ultrapassam a mera conclusão de etapas para adquirir um diploma, seja de ensino médio, seja de ensino superior.

Na mesma linha, observou-se nas turmas um aluno concreto com grande necessidade de compreender as múltiplas relações entre a ciência e a sociedade. Os

alunos perceberam os elementos-chave das tirinhas, porém de maneira isolada, apresentando dificuldade em articular um elemento com o outro, expressando uma visão limitada do todo – ciência, tecnologia e sociedade. A superação da visão fragmentada pode favorecer o exercício do pensamento crítico e vice-versa. A percepção das influências da ciência e de seus produtos sobre a sociedade se faz necessária ao aluno concreto porque lhe possibilita interpretar melhor a sua realidade imediata, uma vez que vivemos uma época moldada em grande parte pelos avanços da ciência e da tecnologia. Essa visão contribui para tirar o aluno do modo automático e colocá-lo em modo ativo dentro do próprio tempo e espaço.

Parece óbvio afirmar que faz parte do interesse do aluno concreto a apropriação de conceitos científicos, de elementos do trabalho científico, o entendimento do valor da ciência, bem como das relações ciência e sociedade. Entretanto, quando observamos que os alunos que participaram da presente intervenção pedagógica chegaram ao segundo ano do ensino médio com grandes carências em todos esses domínios, avalia-se que esse aluno concreto não está sendo visto ou que suas necessidades estão sendo negligenciadas. De modo que o óbvio precisa ser repetido.

Finalmente, a aplicação do presente processo educacional, permitiu observar que houve harmonia entre os objetivos da prática social inicial e o objetivo de se explorar a compreensão dos alunos sobre os múltiplos domínios do letramento científico em face de determinado conteúdo – proposta do presente processo educacional. Para a Pedagogia Histórico-Crítica, a educação deve servir à mediação social e, nessa perspectiva, partiu-se de uma reflexão e discussão inicial que deixasse entrever como os alunos interpretam e se posicionam diante de questões que ligam o conteúdo científico a sua realidade imediata.

O conteúdo curricular clássico (divisão celular) compôs o polo objetivo do processo educacional. Contudo, em acordo com a perspectiva dialógica que esse processo educacional propõe, a prática social inicial partiu do polo oposto (subjetivo) e impulsionou um movimento de mediação social do conteúdo direcionado à exploração dos aspectos subjetivos ligados ao tema da aula. Em outras palavras, na abordagem inicial do tema objetivo, explorou-se os aspectos subjetivos da ciência, o que nos ajudou a perceber a prática social dos alunos em relação ao tema e, ao mesmo tempo, contribuiu para evidenciar aos alunos como o tema está inserido na sociedade em geral e como se aproxima de suas realidades particulares, assim começando adquirir certo significado e necessidade de aprendizagem, elementos importantes para a problematização.

Aula 03: Problematização

A necessidade da aprendizagem dos conceitos e processos científicos envolvidos no tema, iniciados na prática social inicial, se aprofundou durante a problematização do conteúdo, foco da terceira aula. Continuamos a explorar os aspectos socioculturais do conhecimento científico (polo subjetivo), na intenção de levar os alunos a compreenderem a importância do tema da sequência didática (polo objetivo). Portanto, seguimos promovendo a dialogicidade entre os polos opostos do LC.

A metodologia utilizada foi a leitura de matérias jornalísticas sobre questões sociocientíficas, seguida de discussão em grupos. Os alunos receberam dois textos: o primeiro sobre a história da descoberta do buraco na camada de ozônio, a descoberta das suas consequências ambientais e os danos para a saúde, até as decisões políticas que levaram à suspensão do uso do CFC nos eletrodomésticos; o segundo texto versava sobre os alimentos ultraprocessados e a sua relação com índices de câncer entre a população.

Ambos os textos abordaram o tema câncer como elemento de ligação entre o conteúdo curricular da sequência didática (mitose) e fatores socioculturais e políticos. A leitura dos textos promoveu um excelente espaço para que a professora utilizasse dessa relação para abordar intencionalmente os fatores que caracterizam os domínios Valor da ciência e Ciência e sociedade que estavam presentes nos textos, entre os quais destacaram-se a história da ciência, a construção sinuosa e colaborativa do conhecimento científico, interesses políticos e econômicos na produção científica e o reflexo dessa produção sobre os costumes sociais.

Como os alunos ainda não compreendiam o objeto de estudo em totalidade, coube à professora expor as diversas relações do conteúdo com a realidade ou a importância do conteúdo para a prática social dos estudantes, em acordo com os pressupostos da PHC sobre a problematização dos conteúdos clássicos.

Aulas 04, 05 e 06: Instrumentalização

A aula 04 ocorreu logo após a problematização, já as aulas 05 e 06 ocorreram na semana seguinte durante o terceiro encontro com a turma. As três aulas foram dedicadas à instrumentalização do conteúdo, quando nos voltamos à compreensão das determinações conceituais e processuais do tema “divisão celular/mitose”.

A metodologia usada na aula 04 foi a construção de modelos das fases do ciclo celular, com uso de massinhas de modelar sobre cartolinas, tendo o livro didático e uma apostila avulsa como material de apoio teórico para os alunos. A escolha dessa metodologia se deu em função dos recursos necessários serem de fácil acesso e baixo custo, bem como a dinâmica de produção de modelos requerer autonomia do aluno na busca por informações, na produção dos modelos e na exposição do resultado.

Devido o curto tempo para a produção de modelos do ciclo celular completo, a turma foi dividida em grupos e cada um deles produziu o modelo de determinada fase do ciclo. Ao final, os trabalhos foram expostos na ordem natural de ocorrência dos eventos do ciclo celular.

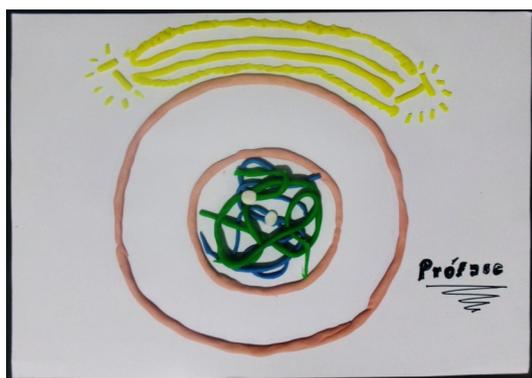
Durante a confecção dos modelos os alunos consultavam o livro e a apostila, elucidavam dúvidas entre si, debatiam sobre o significado dos termos mais específicos, sobre a melhor maneira de produzir o modelo, a localização das organelas, além requererem a atenção da professora para solucionar as dúvidas ou embates entre os integrantes do mesmo grupo.

A instrumentalização se constituiu em um momento rico de aprendizagem, onde foi possível perceber os primeiros eventos catárticos na turma, quando o conceito de mitose se tornou menos abstrato e confuso para ganhar forma, tanto na mente quanto diante dos olhos, com a produção dos modelos.

Ao apresentarem os modelos diante da turma, os alunos fizeram esforço de reelaboração em palavras, dos conceitos e dos processos construídos mentalmente. O quadro 4 apresenta alguns modelos produzidos pelos alunos e as transcrições de alguns dos enunciados formulados por eles no momento da apresentação.

Quadro 4: Modelos e enunciados produzidos pelos alunos durante a aula 04.

Grupo 1 – Prófase



Aluno A – Nós fizemos o modelo da prófase.

Aluno B – Que é a primeira fase da mitose.

Aluno A – Isso. É quando acontece das cromátides ficarem visíveis pela primeira vez [com uso de microscópio].

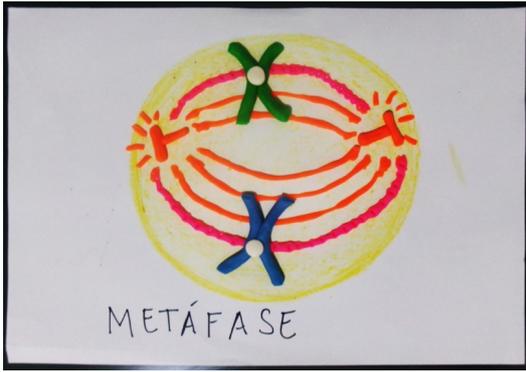
Professora – Certo, mas o que são essas outras estruturas que vocês fizeram?

Aluno A – Esses aqui são os centríolos e essas linhas são o fuso mitótico.

Professora – E no geral, o que acontece na prófase?

Aluno A – No começo da prófase os cromossomos estavam muito espalhados igual a gente fez aqui e depois eles vão se organizando melhor.

Grupo 2 – Metáfase



Aluno C – O nosso grupo fez o modelo da metáfase. A gente vê que os centríolos, que são esses “T” laranjas aqui, mudaram de lugar e as fibras do fuso estão crescendo. Eles estão indo cada um pra um lado porque eles que direcionam a divisão.

Aluno D – Nessa fase da metáfase os cromossomos se alinham aqui no meio da célula, é por isso que deram esse nome de metáfase. No geral é isso professora.

Grupo 3 – Anáfase



Aluno E – Essa é a anáfase [aponta para o modelo]

Aluno F – É a fase em que as cromátides irmãs se separam, vai cada uma pra um lado, lados opostos.

Professora – O que mais acontece durante a anáfase?

Aluno G – Essas fibras aqui, que saem dos centríolos, estão ficando mais curtas e daí, é..., como elas estão presas, quer dizer, elas prendem as cromátides, elas acabam puxando as cromátides e assim vai cada uma pra um lado diferente.

Aluno F – Pois é, por isso que elas se separam.

Grupo 4 – Telófase



Aluno H – Nós ficamos com a telófase que é a última fase. Esse negocinho marrom é o centríolo, eles já estão em lados opostos porque desde o início, eles que foram organizando a divisão.

Aluno I – A célula se divide de verdade, é... elas se [olha pra apostila] ... se individualizam.

Aluno H – Sim, porque o citoplasma vai se separando até apartar a célula em duas.

Aluno I – A gente vê que as membranas, quer dizer, a carioteca voltou e também os cromossomos voltaram a ser como antes.

Aluno J – Eles se desenrolaram.

Aluno H – E daí nascem duas células novinhas.

Elaborado pela autora, 2024.

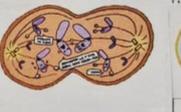
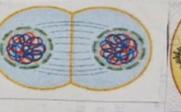
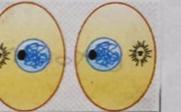
Ainda que os enunciados sejam simples, eles vão em direção a construção mental dos conceitos. As apresentações dos alunos mostram associações corretas entre as estruturas dos modelos, os conceitos e as funções desempenhadas dentro do processo de divisão celular, indicadores do domínio Conceitual de LC.

Uma semana depois, na aula 05, a instrumentalização inicial foi retomada. Para reforçar a compreensão e o domínio dos conceitos e processos que ocorrem na mitose, os alunos receberam recortes com várias imagens das fases da mitose, sendo algumas

imagens de modelos e outras de fotografias reais. Os alunos deveriam preencher um quadro, com o nome e os principais eventos de cada fase da mitose e, em seguida, organizar as imagens no quadro, na ordem correta (Figura 11).

Figura 11: Questão aberta sobre as fases e processos mitóticos.

1. Complete a tabela a seguir organizando em ordem cronológica as fases da mitose e explicando as principais ocorrências em cada fase. Note que algumas imagens são um modelo e outras são fotos reais.

Nome da fase	Nome da fase	Nome da fase	Nome da fase	Nome da fase	Nome da fase
Intérfase	Profase	metáfase	Anáfase	Telófase	Citocinese
					
Ocorrências é o período que antecede a divisão da célula, como duplicação de material genético	Ocorrências É marcado por cromossomos, se torna visíveis, pois os mesmos começam a condensar.	Ocorrências Tem fibras dos centríolos que ligamos microtúbulos	Ocorrências fase na qual as cromátides irmãs dos cromossomos duplicados são separados	Ocorrências É a fase que se verifica a reorganização da membrana nuclear	Ocorrências Processo de divisão do citoplasma que leva a individualização das células filhas.

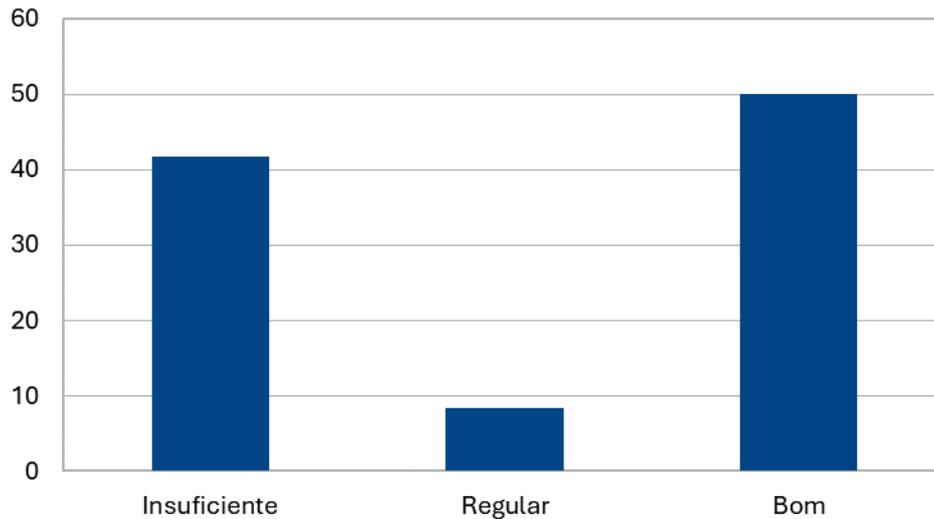
Fonte: Elaborado pela autora, com imagens coletadas da internet. 2024.

O problema exigiu que os alunos relembassem os conceitos e os processos que eles haviam estudado na última aula. Caso não recordassem eles poderiam consultar novamente o livro e a apostila, além de consultar os colegas da turma.

Essa abordagem teve dois objetivos, reforçar o domínio conceitual do tema da sequência didática e, ao mesmo tempo, avaliar a aprendizagem dos alunos, observando os seguintes indicadores: nos diálogos estabelecidos em sala, os conceitos estão sendo usados corretamente? A sequência das fases da mitose está correta? Os alunos estão apresentando dificuldades ou a tarefa está fluindo facilmente?

Observou-se que os alunos precisaram consultar a apostila várias vezes para rever cada fase da mitose e os nomes das estruturas visíveis nos modelos desse processo celular. Os alunos com maior apreensão de conceitos ofereceram ajuda para aqueles ainda confusos. Percebeu-se que uma parte do grupo estava com dificuldade, enquanto outra parte fez a atividade com mais tranquilidade. Essa percepção se confirmou nas respostas entregues à professora (Figura 12).

Figura 12: Desempenho dos alunos no reconhecimento das fases do ciclo celular. Insuficiente (0 a 2 acertos), regular (3 acertos), bom (4 a 6 acertos).



Elaborado pela autora, 2024.

Considerando as duas turmas juntas, 41,7 % dos 56 alunos tiveram um desempenho insuficiente, ao fazer associações incorretas entre a maioria dos conceitos e as fases da mitose. 58,3 % teve desempenho regular ou bom, o que mostra um avanço no domínio conceitual alcançado pela maior parte do grupo.

Na aula 06, a estratégia do ensino investigativo por meio da resolução de problemas foi usada para dar continuidade à instrumentalização do aluno em relação ao conteúdo. Foram apresentadas duas fotografias feitas ao microscópio de duas partes diferentes que, hipoteticamente, seriam de um mesmo vegetal. A primeira imagem seria o corte da folha madura e a segunda era o corte da raiz em crescimento. O aluno deveria observar e comparar as células visíveis nas imagens e identificar qual delas era a folha e qual a raiz, justificando sua resposta (Figura 13).

Figura 13: Instrumentalização por meio da estratégia “resolução de problemas”.

Parte 2 – Resolução de problema

1) Um pesquisador gostaria de observar a atividade celular das diferentes partes de uma planta. Para isso ele recortou e preparou para ver ao microscópio os seguintes tecidos da planta:

- I. Corte da raiz recém-germinada;
- II. Corte da folha madura;

Observe as imagens que ele obteve.

Imagem I

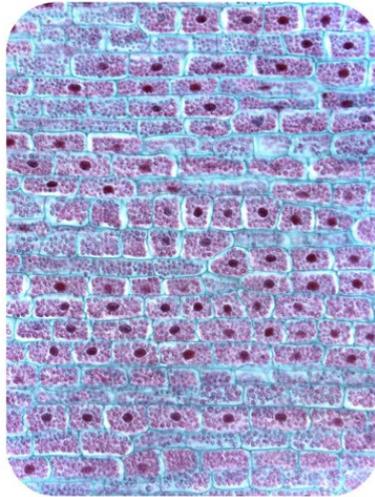
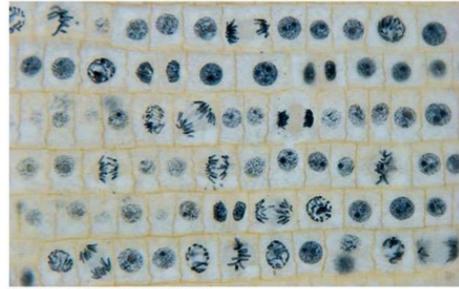


Imagem II



a) Identifique quais partes da planta estão sendo apresentadas nas imagens I e II. Diga por quê as células da primeira imagem estão homogêneas e as da segunda aparecem heterogêneas? Qual seria a sua conclusão sobre a atividade celular se você fosse o pesquisador?

Fonte: imagem I <<https://courses.lumenlearning.com/suny-biology2xmaster/chapter/plant-cells/>>; imagem II <<https://br.pinterest.com/pin/40813940354063110/>>.

Nessa questão, buscou-se nos textos produzidos pelos alunos, indicadores do domínio Conceitual e do domínio Trabalho científico. A resposta deveria apresentar os conceitos em contexto correto, indícios de raciocínio lógico com associação entre conceitos e com uso de evidências na argumentação, tomando as imagens como objeto de análise.

Mais uma vez metade da turma apresentou evolução na apropriação dos conceitos e, também, no domínio Trabalho científico. Enquanto a outra metade teve desempenho insuficiente na resolução da questão problema. A seguir, exemplos dos textos produzidos nessa questão.

JOÉLISON – As células da imagem I estão no momento da interfase, porque estão todas com a mesma aparência e dá pra ver o núcleo da célula. Já as células da imagem II estão com aparências muito diversas, percebe-se que estão fazendo mitose, cada uma em uma fase diferente da outra. Por isso, acho que a imagem I é a folha, pois a folha já está madura e as células estão trabalhando normalmente. A imagem II deve ser a raiz, porque ela está crescendo e pra isso as células estão em mitose.

LARAH – “A primeira imagem, apresenta as células em interfase, todas as células estão iguais. Essa é a imagem da raiz, onde as células têm a mesma função. Na segunda imagem a gente vê que tá acontecendo a mitose, dá pra ver várias fases da mitose nessa segunda foto, assim essa é a folha.

A resposta do aluno Joélison demonstra domínio dos conceitos estudados até aqui, como célula, núcleo, interfase e mitose, por exemplo. O aluno utiliza os conceitos de modo correto, fazendo associações entre eles. Ele demonstra reconhecer o processo de mitose nas imagens e utiliza esse conhecimento para determinar a resposta correta da questão problema, ao associar o processo de mitose à função de crescimento da raiz. Sua resposta se apoia nas evidências que ele pôde observar nas imagens apresentadas. Não obstante, a aluna Larah, embora tenha reconhecido os períodos do ciclo celular nas duas fotografias – interfase e mitose – não conseguiu associar esses períodos aos processos funcionais do vegetal, como a mitose e o crescimento da raiz, por exemplo. Sua resposta não apresenta nenhum suporte argumentativo.

Percebemos que Joélison e Larah estão em momentos catárticos diferentes. Ao passo que Joélison já concebe associações entre diversos conceitos sendo capaz de construir uma argumentação lógica sobre um evento celular, Larah ainda está se apropriando das determinações dos conceitos, visualizando-os de modo isolados.

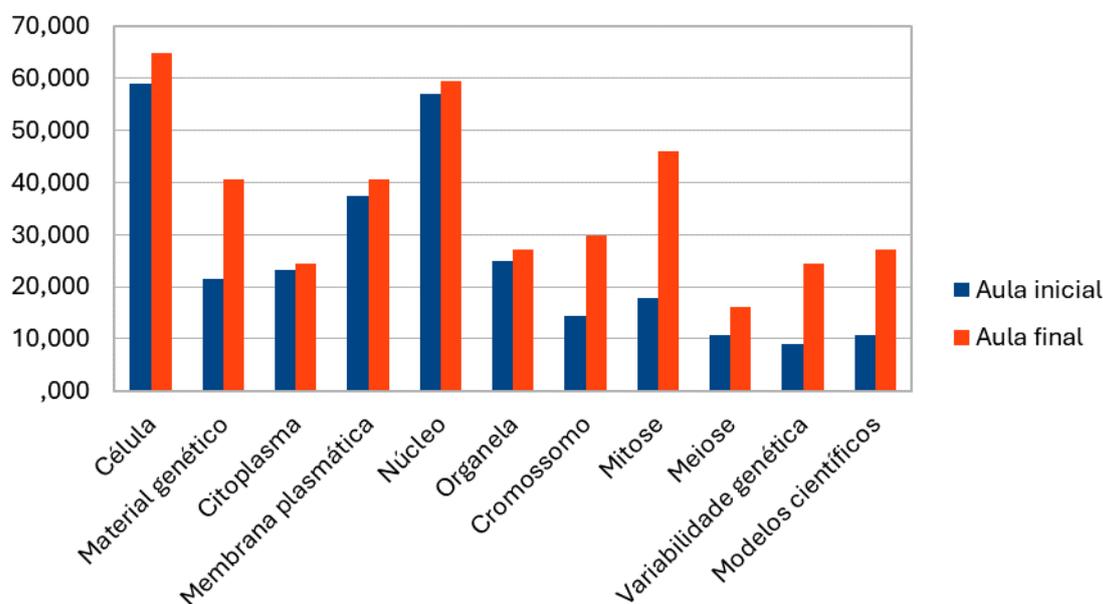
Aulas 07 e 08: Prática Social Final

As aulas sete e oito da sequência didática foram dedicadas à prática social final. Elas foram elaboradas com o objetivo de sintetizar a evolução do aluno em relação a aprendizagem do conteúdo e ao desenvolvimento do letramento científico, referente aos cinco domínios que o compõe. Buscou-se novamente discutir o tema principal da sequência didática dando ênfase às dimensões que se relacionam na prática social dos alunos, de maneira que eles puderam voltar a atenção para a realidade concreta, agora instrumentalizados com novos conhecimentos científicos. No processo educacional proposto, essa volta à prática social visa completar o diálogo entre os polos objetivos e subjetivos do letramento científico. Entretanto, por se tratar, no caso desenvolvido, de uma intervenção experimental, foi dada ênfase também para o movimento que o aluno eventualmente realizou entre a prática inicial e a final.

Para isso, abordou-se na aula 07 o domínio conceitual. Os alunos fizeram uma autoavaliação sobre a aprendizagem dos conceitos. Eles voltaram aos conceitos que foram apresentados na primeira aula e indicaram novamente aqueles que conheciam e se

sentiam seguros para explicar o significado. A figura 14 apresenta a porcentagem de alunos que se apropriaram de novos conceitos em relação à aula 01.

Figura 14: Evolução da turma na aprendizagem dos conceitos-chave da aula. Comparação entre a aula 01 e 07.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Embora com apenas oito aulas, houve avanço na compreensão dos conceitos científicos trabalhados na sequência didática. Havendo maior evolução entre os conceitos principais do planejamento, como mitose, material genético e modelos científicos. O avanço obtido em pouco tempo de intervenção indica o potencial do processo educacional para avanços mais significativos na dimensão conceitual do letramento científico, em uma abordagem mais longa, como, por exemplo, no decorrer de um ano letivo.

Esse avanço conceitual é importante em todas as disciplinas, mas destaca-se a importância para a biologia, pois esta é uma ciência extremamente conceitual, uma vez que os conceitos fundamentam a maioria das teorias em biologia – e não as leis (Mayr, 2005). O estatuto conceitual é considerado um dos elementos básicos e estruturantes dessa ciência (Nascimento Jr., 2010). Projetando essa peculiaridade da biologia no seu ensino, Trivelato e Tonidondel (2015) assumem que há uma demanda para que os professores dessa disciplina orientem os alunos na construção de um repertório conceitual, para viabilizar a aprendizagem dos conhecimentos esperados.

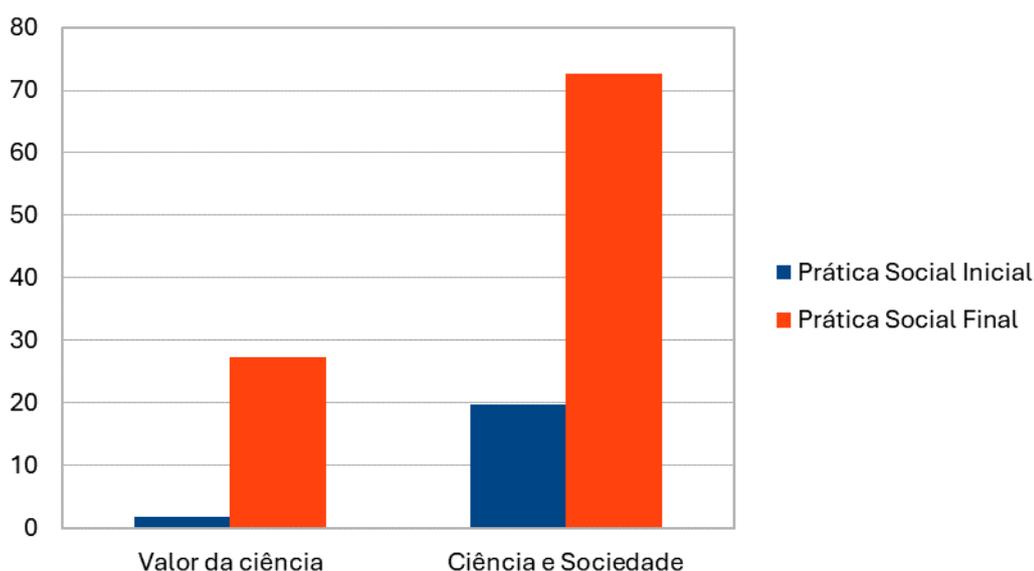
O avanço conceitual ocorrido nas aulas, ainda que embrionário, nos indica a ocorrência de catarses, em razão do aumento do percentual de alunos que se sentiam

seguros para falar sobre os conceitos, conforme avaliação deles mesmos. Esse domínio de conceitos é importante para alavancar outras compreensões, tanto com relação ao domínio Trabalho Científico, quanto aquelas ligadas ao polo subjetivo do letramento científico.

Para além do avanço no domínio Conceitual, notou-se avanços na aprendizagem de elementos do domínio Valor da ciência e Ciência e sociedade. Pois, na oitava e última aula da sequência didática, os alunos receberam a tarefa de escrever um texto sobre a importância de obter conhecimento científico na escola, assim como no primeiro encontro. Contudo, dessa vez, o texto deveria ser relacionado aos temas que foram trabalhados durante a sequência didática (divisão celular: mitose), sendo o mesmo usado para explorar também outros domínios do letramento científico, para além do conteúdo específico em si. Dessa forma, nas produções dos estudantes os cuidados com a alimentação foi um tema recorrente devido a relação entre alimentos ultraprocessados e problemas de saúde ter sido usada na problematização do tema divisão celular, bem como ter sido lembrada em uma tirinha que contextualizava o enunciado da tarefa atual.

Buscou-se nos textos dos alunos os indicadores dos domínios subjetivos do letramento científico, tomando-os como parâmetros de comparação com os indicadores encontrados nos textos produzidos na prática social inicial, a fim de verificar a ocorrência de mudanças nas percepções dos alunos sobre o conhecimento científico. A figura 15 ilustra o resultado obtido.

Figura 15: Avanços na aprendizagem de elementos do domínio Valor da ciência e Ciência e sociedade.



A presença de indicadores do domínio Valor da Ciência nas produções dos alunos saltou de 1,7 % para 27,2 %. A seguir, o enunciado da aluna Vitória exemplifica o avanço qualitativo dos alunos na percepção do domínio Valor da Ciência.

VITÓRIA – O conhecimento científico nos permite conhecer o meio ao nosso redor de maneira objetiva e baseado em evidências, fornecendo explicações confiáveis para as coisas. Acho que é importante porque nos ajuda em escolhas mais saudáveis. Eu busco ter conhecimento científico para eu saber o que faz bem ou não pra minha saúde. Eu gosto muito de comer alimentos ultraprocessados, mas comecei me autocontrolar. A falta de conhecimento afeta a minha geração, muitos preferem fazer o que querem sem buscar informações e sem impor limites a si mesmo.

A aluna Vitória expressa em seu enunciado a compreensão de alguns traços característicos da ciência como forma de pesquisa e de conhecimento humano, reconhecendo que confia em seus resultados, ao mesmo tempo em que demonstra valorização desse conhecimento ao expressar que “busca conhecimento científico” para escolher uma dieta mais saudável. A aluna faz parte do grupo de 11 alunos que na prática social inicial não conseguiu elaborar uma resposta sobre a importância do conhecimento científico escolar, deixando a tarefa em branco. Pode-se especular que naquele momento ela já concebia uma determinada importância do conhecimento científico, mas de maneira confusa, vendo a ciência de maneira isolada da realidade e do seu cotidiano. Ao passo que no decorrer da sequência didática, ela foi produzindo significados, personalizando as informações e problematizando na integração com aquelas que ela já compreendia e que lhe faziam sentido. Assim, na prática social final, ela foi capaz de construir e expressar uma visão articulada sobre a importância da aprendizagem de ciências no contexto que vai além da escola e da centralidade na conclusão do ensino médio.

Com relação ao domínio Ciência e Sociedade, podemos notar um avanço ainda mais forte na percepção dos alunos, dado que foram levantados seis indicadores desse domínio nas produções textuais de 72,7 % dos 56 alunos, contra 19,6 % na prática social inicial. O quadro 5 apresenta esses indicadores em conjunto com trechos dos enunciados produzidos pelos estudantes.

Quadro 5: Indicadores do domínio Ciência e Sociedade levantados nas produções textuais dos estudantes.

Enunciados		Indicadores
1	JÚLIA – O conhecimento científico nos ajuda a entender várias coisas que acontecem com nossos corpos, como compreender certas doenças, assim como certos produtos que podem nos fazer bem ou mal. O	Compreensão do papel da ciência na tomada de

	<i>conhecimento nos dá a chance de escolher o que trazer para nossas vidas</i> , tendo consciência das informações e das fontes, podemos escolher nos cuidar para evitar desenvolver problemas de saúde no futuro, como câncer, por exemplo.	decisões
2	ROBERT – Há muito tempo a ciência divulga que determinados tipos de alimentos, se consumidos em excesso podem trazer problemas para o organismo. Então, por que ainda são consumidos? Nem sempre ter acesso à informação é suficiente para a pessoa parar de consumir determinado produto, por estar em uma classe social desfavorecida. Podemos concluir que o conhecimento científico é importante, <i>mas o próprio Estado deveria levar em conta os dados científicos</i> , se empenhar em <i>informar as pessoas e, também, melhorar as políticas públicas</i> de saúde, para que todos tenham conhecimento e possibilidades de melhor qualidade alimentar.	Identificação de questões científicas ligadas a decisões políticas
3	SARA – A ciência para mim é essencial de diversas formas e me influencia diretamente. <i>Com o avanço da internet e das redes sociais pude acessar mais facilmente o conhecimento científico e aplicá-los na minha vida</i> . Desde hábitos alimentares, estudos, saúde mental etc. Através do conhecimento científico podemos entender como nosso corpo, planeta e sociedade funcionam, desde o seu desenvolvimento. Sem o conhecimento científico não teríamos oportunidade de encontrar tratamentos para doenças, nem equipamentos tão tecnológicos. Com isso, concluímos que a ciência foi e é primordial para a evolução do mundo e de nós mesmos.	Compreensão da aplicação da ciência no cotidiano
4	DÉBORA – O conhecimento científico abrange <i>muitas áreas da vida social e econômica</i> . É muito importante para a sociedade, pois ele contribui para a transformação social e tecnológica.	Compreensão sobre as diversas áreas da ciência e suas conexões entre si mesmas e com a sociedade
5	KAUÃ – As novas tecnologias, especialmente da comunicação e informação, vão ajudando a disseminar o conhecimento científico pra um público maior. Com uma sociedade possuindo mais conhecimento científico, novas formas de uso da tecnologia vão surgindo e contribuindo pra melhorar ou resolver problemas da sociedade. <i>Ao mesmo tempo que a ciência impulsiona a tecnologia, a tecnologia impulsiona a ciência e ambos impactam a sociedade</i> .	Consciência sobre os impactos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade
6	JAMILY – O conhecimento científico é o resultado dos estudos, pesquisas e experimentos que buscam compreender o mundo e suas leis naturais. Esse conhecimento é a base para o avanço da tecnologia que transforma descobertas científicas em inovações práticas. A união entre conhecimento científico e avanço tecnológico tem impacto na qualidade de vida.	Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente

Fonte: elaborado pela autora, 2024.

Destaca-se que todos esses indicadores retratam uma percepção em desenvolvimento dos domínios subjetivos do letramento científico, em estágio inicial de compreensão, a qual demanda uma sequência contínua de problematizações e subjetivações ativas por parte dos estudantes em relação à ciência. Contudo, o processo educacional aqui apresentado demonstra que é possível desenvolver os domínios subjetivos em conjunto com os objetivos, isto é, não é necessário que se adquira a *priori* o

domínio dos elementos conceituais e metodológicos da ciência para depois desenvolver a compreensão dos aspectos socioculturais dela.

Apresenta-se a seguir o enunciado produzido pela aluna Alice, com objetivo de ilustrar o movimento de resignificação do conhecimento científico em relação à sua prática social percebido nas produções de diversos alunos nas duas turmas em que a intervenção pedagógica ocorreu. Ao ser provocada a expor seu pensamento sobre o sentido do conhecimento científico ensinado na escola, no momento da prática social inicial, Alice ficou no grupo de estudantes que expôs unicamente o sentido de obter o diploma do ensino médio. Posteriormente, na prática social final, ela elaborou o seguinte enunciado, ao ser questionada sobre o mesmo tema:

ALICE – Para mim o conhecimento científico é importante sim, pois me ajuda, por exemplo, a melhorar de uma gripe. Porém, não acho que ele influencia muito minhas escolhas, pois em se tratando dos alimentos, mesmo sabendo que os processados e ultraprocessados fazem mal para a saúde, eu continuo me alimentando diariamente desse tipo de comida, como refrigerantes, frituras etc. Eu não tenho controle sobre isso, pois faz parte da cultura da minha família, meu pai faz a feira e ele é quem escolhe. Penso que os governos poderiam fazer restrições à produção e venda de alimentos sabidamente prejudiciais, mas acho que não o faz porque geraria uma crise e isso exige mais cuidados, talvez um plano de governo. Creio que a ciência pode ajudar resolver esses dilemas e no futuro as coisas podem estar melhores.

Alice demonstrou reconhecimento sobre como o conhecimento científico pode promover uma vida melhor, ao ser tomado como base para escolhas mais saudáveis ou através do uso dos produtos da ciência na melhoria da qualidade de vida (uso de medicamentos no alívio de uma gripe). No entanto, a estudante contrapôs esse potencial uso da ciência à sua própria realidade ao refletir que mesmo tendo conhecimento sobre hábitos mais saudáveis de vida (logo, ciente de determinado conhecimento científico) isso não é suficiente para que boas escolhas sejam tomadas, pois os aspectos materiais e culturais da sua condição de existência predominam sobre a potencial influência do conhecimento científico sobre suas escolhas e atitudes.

O enunciado de Alice reforça os resultados encontrados na pesquisa que culminou no desenvolvimento do presente processo educacional, de que os aspectos culturais e ideológicos se correlacionam mais fortemente com o perfil atitudinal dos sujeitos frente a questões sociocientíficas que o conhecimento científico. No caso da estudante, seu relato revela uma concepção com maior força dos aspectos culturais que os próprios aspectos ideológicos, pois ela não nega o valor da ciência ou, no caso particular dela, não deixa de levar em conta uma dieta mais saudável por questões ideológicas, mas sim devido suas

condições materiais e hábitos estabelecidos culturalmente. Esse recorte enfatiza a necessidade do letramento científico ser desenvolvido de modo a gerar, além da aprendizagem do conteúdo, a subjetivação das informações a fim de que o conhecimento provoque a percepção de novas necessidades na vida do aluno, tornando-o também um recurso que ele pode utilizar para fazer mudanças qualitativas em suas condições de existência.

Alice demonstra potencial para caminhar nesse sentido ao argumentar que, por fugir ao controle das pessoas, os governos deveriam intervir no mercado, para aumentar tanto a oferta de produtos mais saudáveis quanto a própria conscientização da população. O caminho traçado por ela vai da compreensão do conhecimento trabalhado em sala de aula para a personalização, ao problematizá-lo em seu cotidiano chegando a produção de novas ideias, o que fica evidente ao propor soluções para o problema detectado em uma escala social. Ela se movimentou de uma visão sincrética inicial que contemplava somente a parte mais objetiva do conteúdo – seus aspectos biológicos – para uma visão mais ampla, contemplando os aspectos mais subjetivos do conteúdo científico.

Os avanços evidenciados atendem ao interesse do aluno concreto, pelo desenvolvimento de um olhar mais acurado sobre a realidade a partir da compreensão e subjetivação dos diversos domínios do letramento científico. Desse modo, o processo educacional harmoniza o ensino de biologia e, potencialmente, das demais ciências naturais com o objetivo de se concretizar na educação básica uma formação em ciências para a cidadania e para o fortalecimento da democracia.

Entre os enunciados produzidos pelos alunos na prática social final, também surgiram indicadores do domínio Afetivo/Atitudinal, embora em menor escala – em 18 % das respostas dos 56 participantes. Sabendo que o domínio Afetivo/Atitudinal consiste na síntese dos domínios objetivos e subjetivos do letramento científico, espera-se que a sua manifestação ocorra nas situações novas que o aluno vivenciará no contexto da sua vida extraescolar, em escolhas, comportamentos, percepções e produções futuras. Portanto, não é algo que se percebe de imediato e passível de avaliação direta. Logo, os indicadores que alguns estudantes demonstraram em suas produções textuais se configura em prenúncio de uma síntese, a qual se encontra em desenvolvimento.

Foram identificados cinco indicadores do domínio Afetivo/Atitudinal, exemplificados nos enunciados apresentados no quadro 6.

Quadro 6: Indicadores do domínio Afetivo/Atitudinal nos enunciados dos estudantes.

Enunciados		Indicadores
1	JOÃO – A importância de se obter conhecimento científico é que podemos ajudar as pessoas que não têm esse conhecimento, como se prevenir de doenças, por exemplo. Na minha vida, ter um pouco de conhecimento faz uma diferença enorme, consigo fazer escolhas que me ajudam viver bem e ainda ajudar as pessoas.	Compaixão social e moral
2	MARCELO – Posso orientar as pessoas ao meu redor sobre a importância para a saúde de levar uma rotina de alimentação mais saudável, baseada em comidas naturais e pouco processadas.	Comunicação e colaboração
3	LORRANY – A ciência traz novos conhecimentos que serão importantes em nossas experiências de vida. Como no dia que passei esmalte em um pedaço de isopor e depois fiquei surpresa com a reação. Depois descobri porque a acetona consegue retirar o esmalte das unhas, é que ele é um solvente. Acho que essas pequenas experiências diárias ficam mais interessantes quando temos uma noção dos processos científicos que estão envolvidos.	Valorização da ciência e da aprendizagem de ciências
4	VITÓRIA – Eu busco ter conhecimento científico para eu saber o que faz bem ou não pra minha saúde. Eu gosto muito de comer alimentos ultraprocessados, mas comecei me autocontrolar.	Aplicação de conclusões científicas na vida diária
5	EDUARDA – O conhecimento científico nos permite conhecer o meio ao nosso redor de maneira mais objetiva, olhando evidências, fontes confiáveis. Isso é essencial para tomarmos decisões informadas seja em saúde ou outro assunto. O conhecimento científico impulsiona o pensamento crítico, a curiosidade e outras habilidades importantes para a vida.	Estímulo a curiosidade, criatividade e pensamento crítico;

Fonte: elaborado pela autora, 2024.

Os indicadores do domínio Afetivo/Atitudinal produzidos pelos estudantes em sala de aula assinalam o uso da ciência como forma de enriquecimento cultural e intelectual (enunciado 3), bem como comportamentos e atitudes na esfera da vida pessoal (enunciados 4 e 5) e como atitudes a serem construídas na esfera da vida social (enunciados 1 e 2). Esses e outros indicadores apontam para a subjetivação da ciência como forma de ler o mundo, uma vez que eles, como ação, refletem a visão de mundo do sujeito. Não significa que outras formas de ler e interpretar o mundo foram subjugadas, mas que a cultura científica adquiriu espaço em meio as configurações subjetivas do sujeito e em meio à sua rede de influências ideológicas, tornando-se, dessa maneira, recurso intelectual e cultural para melhorar a qualitativa das condições de existência do sujeito, uma vez que perceber a realidade de modo crítico é fundamental para a transformação dela.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que se espera ao longo do processo de ensino e aprendizagem é que o aluno passe do não domínio para o domínio, de forma gradual, conforme preconiza a PHC (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019). Os pequenos momentos catárticos que apreendemos nas respostas e interações dos alunos nos permite ver esse movimento. Desde a prática social inicial e desde a problematização, podemos perceber a ocorrência de pequenas catarses, que ao se somarem provocam a mudança qualitativa da compreensão do aluno sobre o conhecimento científico. Por exemplo, quando eles falam de eventos da própria vida e os relacionam à discussão em sala de aula, mostram que conceberam um novo ponto de vista sobre sua experiência cotidiana.

Esses momentos ocorreram na aplicação da nossa sequência didática, quando na problematização, os alunos falaram sobre suas dietas, mencionando o quanto consomem alimentos ultraprocessados. Algo antes natural, passa a ser objeto de questionamento, podendo se converter em pequenas mudanças de hábitos, além de posturas mais conscientes perante seus direitos a uma dieta saudável.

A dialogicidade do processo educacional mora no diálogo entre a visão ampla e a visão específica do conteúdo curricular. Como nosso objetivo na sequência didática foi a compreensão das especificidades mais objetivas do conteúdo (conceitos e processos), partiu-se da amplitude das suas determinações (características socioculturais), buscando evidenciar como o conteúdo se relaciona com os domínios subjetivos do letramento científico. Mas se o objetivo principal fosse compreender melhor essas relações subjetivas, então partiríamos das determinações mais específicas do objeto de estudo e conduziríamos, por meio do processo educacional, o diálogo com as suas determinações mais amplas, aquelas socioculturais.

Espera-se que ao ser desenvolvido em um período mais longo o presente processo educacional promova esses movimentos intercalados, viabilizando que os cinco domínios do letramento científico se desenvolvam de maneira nivelada na educação básica, colaborando para a superação do ensino de ciências conteudista, ainda predominante no Brasil (Teixeira, 2003; Nery; Geglio, 2024).

Em todo caso, o professor é o sujeito que detém a visão de totalidade do objeto. Por isso, ele é responsável pelo delineamento e gerenciamento do processo, de modo a guiar o ensino viabilizando ao aluno a aprendizagem, de uma visão parcial a uma visão mais próxima da totalidade. Assim, transferimos ao processo educacional as categorias

de totalidade, contradição e movimento presentes no materialismo histórico e dialético, bem como na didática da PHC (Marsiglia; Martins; Lavoura, 2019).

Em nossa sequência didática, a instrumentalização foi o momento de maior aproximação ao conteúdo específico e com os maiores esforços de compreensão dele. Ao se instrumentalizar, adquirindo conhecimentos específicos, o olhar do aluno sobre o todo é ressignificado, o que é simbolizado no momento pedagógico da prática social final, mas que refletirá na sua prática social real, com uma nova compreensão do todo após a apreensão de novos conhecimentos específicos. Porém, a depender dos objetivos da aula, a instrumentalização também é momento de focar nos aspectos socioculturais do conteúdo.

Sublinha-se que as metodologias variam em acordo com os objetivos da aula e recursos disponíveis, o que se apresentou aqui foi um exemplo de como o processo se desenvolve e não um modelo de plano de aula.

Embora se tenha aplicado apenas uma sequência didática com duração de quatro semanas, colhemos indícios que mostram os movimentos dos alunos em direção à construção do conhecimento científico de maneira ampla, atendendo os quatro domínios do LC – Conceitual, Trabalho científico, Valor da Ciência e, Ciência e Sociedade. Os quais terão significado concreto no quinto domínio, Afetivo/Atitudinal, que se realiza na prática social dos sujeitos.

O diferencial do processo educacional aqui apresentado não está unicamente nos atributos que levam para a construção de conhecimento, mas na forma dialógica e potencialmente crítica que ele viabiliza, continuamente promovendo diálogo e explorando as tensões entre os polos antagônicos do letramento científico. Portanto, ao ser desenvolvido ao longo de um ano letivo ou mesmo ao longo da educação básica, o processo educacional “Ensino de ciências para os cinco domínios do letramento científico” tem potencial de tornar a ciência significativa para a geração de aprendizes. Espera-se que ele promova entre os estudantes a concepção da ciência como um recurso importante e necessário para a leitura do mundo, incorporada no seu modo de interpretar a realidade, sendo assim, relevante para a tomada de decisões, posicionamentos e atitudes.

A palavra letrar faz referência à língua e o esforço que se fez até aqui foi para que se compreenda que o letramento científico não ocorre quando se adquire conhecimento científico, ele não se limita à capacidade de reconhecer ou descrever conceitos, processos e fenômenos científicos. Mas ele se realiza quando se toma a ciência como uma nova linguagem, a qual os alunos precisam compreender e, através dela, se

expressar, tornando-se autônomos no seu manejo, conscientes do seu sentido e das relações diversas que o conhecimento científico estabelece com o sujeito e a sociedade.

REFERÊNCIAS

ALTHUSSER, L. **Aparelhos ideológicos de Estado: nota sobre os aparelhos ideológicos de Estado**. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1985.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Saeb 2021: Indicador de Nível Socioeconômico do Saeb 2021: nota técnica**. Brasília, DF: Inep, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/indicadores-educacionais/nivel-socioeconomico>>, acesso em 27 de fev de 2024.

CHOI, Kyunghye et al. Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. **Journal of research in science teaching**, [s.l.], v. 48, n. 6, p. 670-697. 2011.

MARSIGLIA, A. C. G.; MARTINS, L. M.; LAVOURA, T. N. Rumo à outra didática histórico-crítica: superando imediatismos, logicismos formais e outros reducionismos do método dialético. **Revista HISTEDBR On-Line**, Campinas, v. 19, p. 1-28. 2019.

MAYR, E. **Biologia, Ciência Única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MOURA, B. A. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? **Revista Brasileira de História da ciência**. [s.l.], v. 7, n. 1, p. 32-46. 2014.

Nascimento-Jr, A. F. **Construção de estatutos de ciência para a biologia numa perspectiva histórico-filosófica: uma abordagem estruturante para seu ensino**. 2010. 439 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/a6faadbb-a4d2-4003-9c67-8b9be0990d0a>

NERY, M. J. S; GEGLIO, P. C. The meaning and practice of scientific literacy based on its dimensions and indicators: A literature review. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. [s.l.], v. 23, n. 1, p. 110-31, [s.d.]. 2024

PÊCHEUX, M. **Semântica e discurso: uma crítica à afirmação do óbvio**. Tradução de Eni Pulcinelli Orlandi, Lourenço Chacon J. filho, Manoel Luiz Gonçalves Corrêa e Silvana M. Serrani, 5ª ed., Campinas: Editora da Unicamp, 2014. 288 p.

RIOS, Terezinha Azerêdo. **Ética e competência**. São Paulo: Cortez, 2011.

RIZZATTI, I. M.; MENDONÇA, A. P.; MATTOS, F.; RÔÇAS, G.; SILVA, M. A. B. V.; S CAVALCANTI, R. J.; OLIVEIRA, R. R. Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **Actio: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, mai./ago. 2020.

SAVIANI, D. Marxismo e educação. **Princípios, Revista teórica, política e de informação**, n. 82, p. 37-45. 2006.

SAVIANI, D. Marxismo e pedagogia. **Revista Histedbr On line**, [s.l.], v. 11 n. 41, p. 16-27, abr. 2011.

SAVIANI, D. A pedagogia histórico-crítica, as lutas de classe e a educação escolar. **Germinal: Marxismo e educação em debate**, Salvador, [s.l.], v. 5, n. 2, p. 25-46, dez. 2013.

SAVIANI, D. Da inspiração à formulação da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). Os três momentos da PHC que toda teoria verdadeiramente crítica deve conter. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, [s.l.], v. 21, n. 62, p. 711-724, 2017.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. Campinas, SP. Editores Associados. 2018. Livro eletrônico.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica, quadragésimo ano: novas aproximações**. Campinas, SP. Editores Associados. 2019. Livro eletrônico.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações**. 12 Ed. Campinas, SP. Editores Associados. 2021. Livro eletrônico.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. Educação científica e movimento CTS no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, 2003.

TRIVELATO, S. L; TONIDANDEL, S. M. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, p. 97-114. 2015.