

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**  
**CIENTÍFICA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES**



**PPG.ECFP**

Programa de Pós-Graduação em  
Educação Científica e Formação de Professores

**Karina Novaes dos Santos**

**INSTRUMENTO CRITÉRIOS DE ADEQUAÇÃO DIDÁTICA NO**  
**ENSINO DE CIÊNCIAS**

JEQUIÉ/BA, 2026

**KARINA NOVAES DOS SANTOS**

**Instrumento Critérios de Adequação Didática no Ensino de Ciências**

Relatório Final de pesquisa – nível de mestrado/doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia como requisito para obtenção do Título de Doutora em Educação em Ciências e Matemática

Linha de Pesquisa: Linha 1 - FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Orientador: BRUNO FERREIRA DOS SANTOS

JEQUIÉ/BA, 2026

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
Campus Universitário de Jequié/BA  
Programa de Pós-Graduação Educação Científica e Formação de Professores


**TESE DE DOUTORADO**

***INSTRUMENTO CRITÉRIOS DE ADEQUAÇÃO DIDÁTICA NO  
ENSINO DE CIÊNCIAS***

Autor (a): Karina Novaes dos Santos  
Orientador (a): Bruno Ferreira dos Santos

Este exemplar corresponde à redação final da Tese defendida por  
**Karina Novaes dos Santos** e aprovado pela Comissão Julgadora.  
Data: 25/02/2026

Assinatura do/a orientador/a

Documento assinado digitalmente  
 **BRUNO FERREIRA DOS SANTOS**  
Data: 30/04/2026 09:16:02-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

-----  
Prof. Dr. Bruno Ferreira dos Santos (Orientador)


Comissão Julgadora:

Documento assinado digitalmente  
 **TANIA CRISTINA ROCHA SILVA GUSMÃO**  
Data: 03/03/2026 22:23:23-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Tânia Cristina Rocha Silva Gusmão  
(Membro Interno/PPGECFP - UESB)

Firmado por VICENÇ FONT  
MOLL - DNI \*\*\*6413\*\* el  
día 25/02/2026 con un  
certificado emitido por  
EC-Ciudadania

Prof. Dr. Vicenç Font Moll  
(Membro Interno/PPGECFP – UB, Espanha)

Documento assinado digitalmente  
 **ANA LUIZA DE QUADROS**  
Data: 25/02/2026 15:18:45-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dra. Ana Luiza de Quadros  
(Membro Externo/PPGE-FaE - UFMG)

BREDA  
SAVEGNAGO  
ADRIANA -  
60198294A  
Signat digitalment per  
BREDA SAVEGNAGO  
ADRIANA - 60198294A  
Data: 2026.02.25  
19:01:00 +01'00'

Prof. Dra. Adriana Breda  
(Membro Externo/UB, Espanha)

S237i Santos, Karina Novaes dos.

Instrumento critérios de adequação didática no ensino de ciências / Karina Novaes dos Santos. - 2026.

173f. : il., color.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Ferreira dos Santos.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores, Jequié, 2026.

Catálogo na fonte: Bibliotecária Eridiana Souza Silva - CRB-5/2129  
UESB - Campus Jequié/BA

## AGRADECIMENTOS

Os sonhos são rios que fluem ao deságue. Ao longo do caminho, existem ápices e declives, mas, em determinados momentos, o curso parece esgotar... e é nessa hora na qual se recebem os afluentes!

Agradeço ao maior dos afluentes, a Deus, pelo dom da vida, pelas graças alcançadas e, principalmente, pelo sustento espiritual ao longo dessa caminhada.

Ao meu orientador, Bruno Ferreira dos Santos, minha eterna gratidão. Quero deixar registrado que sua dedicação foi muito além do campo acadêmico. Em todos os momentos, senti não apenas o olhar de um mestre, mas a generosidade de alguém que realmente se importa com o crescimento do outro. Obrigada por ser esse porto seguro nos momentos de insegurança e por estender a mão quando eu já não conseguia enxergar o caminho. Sua dedicação e paixão pelo que faz são inspirações que levarei para a vida toda. Obrigada por me mostrar a beleza de acreditar no próprio potencial.

Ao meu pai, Salvador (*in memoriam*), e à minha amada mãe, Maurisa (*in memoriam*), como queria que estivessem aqui! Esta conquista também é de vocês!

Ao meu amor, meu esposo Crystiano, obrigada pelo carinho, pela cumplicidade, pela amizade, pela paciência, por sempre me esperar. São tantas coisas a agradecer, amor! Mas agradeço, principalmente, por acreditar em mim e me incentivar sempre!

Aos meus irmãos, Olivia e Sergio, e aos meus sobrinhos mais que amados, Hellen, Marinna, Davi, Helena, Heitor e Levi. Amo vocês infinitamente!

Agradeço às professoras Dra. Ana Luiza de Quadros, Dra. Tânia Gusmão, Dra. Adriana Breda e ao Prof. Dr. Vicenç Font por aceitarem o convite para participar da banca de avaliação deste trabalho, pelas orientações e sugestões.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por todos os ensinamentos recebidos.

À CAPES e à UESB, instituições que garantiram, por meio da bolsa de estudos, minha subsistência durante esses quatro anos, possibilitando a dedicação integral à formação acadêmica.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisa Ensino de Ciências e Sociedade (GEPECS), pelo abrigo e construção coletiva. Pela troca, pelo comprometimento com a educação.

Agradeço às professoras e aos seus alunos, que gentilmente me permitiram adentrar em suas salas de aula para que esta pesquisa acontecesse.

Aos meus colegas do doutorado — Alaércio, Cleide, Kamila, Luana, Maíra, Lourdes, Miguel, Rosilene, Roniel, Thaís e Williane — pela caminhada e torcidas de 'um por todos e todos por um'.

Agradeço a minha cunhada Elen, Beatriz, Kaliane, Ivana, Humberto e Eliana pelo apoio, pela amizade e pelo carinho!

São todos estes afluentes que podem mudar e enriquecer nosso curso! Mas onde está o mar? Não há um mar... pois no final do meu rio, há um outro rio! E assim, sigo navegando!

## RESUMO

Esta tese deriva de uma pesquisa que se apresenta como pioneira no uso da Teoria do Enfoque Ontossemiótico (EOS) no ensino de Ciências, pois incorpora do campo da Didática da Matemática a noção de adequação didática proposta por pesquisadores desse campo. Ela está organizada em capítulos estruturados na forma de artigos e articulados entre si. O EOS é considerado um sistema teórico inclusivo já que tenta articular diversos modelos teóricos da Matemática, sendo, portanto, pensado para a análise de processos de ensino e aprendizagem em matemática e desse modo o seu uso nessa pesquisa careceu a inclusão de aspectos da Didática das Ciências para posterior análise de processos de ensino em Ciências. Participaram dessa pesquisa cinco professoras da área de Ciências da Natureza, que foram apresentadas ao EOS durante uma atividade de formação continuada. Com base nessa formação, as professoras planejaram unidades didáticas orientadas pelo instrumento dos Critérios da Adequação Didática (CAD). Nos questionamos se o uso do Instrumento CAD, adaptado ao ensino de Ciências, provocou reflexões das professoras de ciências sobre os processos de instrução? Para responder tal questionamento foi proposto o seguinte objetivo geral: Avaliar o uso dos CAD como instrumento para análise didática no ensino das Ciências da Natureza. E como objetivos específicos propomos: a) Testar o instrumento dos CAD como um promotor de reflexões sobre a atividade docente de Ciências; b) Testar o instrumento CAD para análise de processos instrucional em Ciências; c) Avaliar se o uso dos CAD no planejamento e valoração da unidade didática contribui com o aperfeiçoamento da análise didática dos professores de Ciências da Natureza. Estes objetivos foram atendidos dentro de um compêndio de quatro artigos: i) “Uma análise didática do ensino de conservação de alimentos na Educação Química baseada no Critério de Adequação Epistêmica”; ii) “O Instrumento de Adequação Didática como estímulo a reflexões sobre a atividade docente: o caso das ligações químicas”; iii) “Indicadores que regem o planejamento e a prática pedagógica de química com base nos CCAD” e vi) “Práticas pedagógicas com contexto investigativo: critérios atribuídos por duas professoras que lecionam Biologia e Física”. A pesquisa se caracteriza como qualitativa de natureza interventiva, pois envolveu práticas que combinam processos investigativos no desenvolvimento de ações que podem assumir natureza diversificada (Teixeira; Megid, 2017). Nas considerações retomamos a pergunta dessa investigação informando que análise nos revelou que, o uso dos CAD sistematizou a reflexão tornando visíveis aspectos da prática que antes passavam despercebidos, a exemplo da ausência dos objetivos atitudinais, pouca variedade de representações e a fragilidade epistêmica, ser um bom instrumento de avaliação de unidade didáticas com a

identificação de pontos forte e fracos em cada critério e por fim que o uso do CAD pode promover a formação do professor, mas é necessário uso constante.

**Palavra-chave:** formação de professores, enfoque ontossemiótico, didática das ciências, ensino de ciências

## ABSTRACT

This thesis stems from pioneering research in the use of the Ontosemiotic Approach Theory (EOS) in science education, as it incorporates the notion of didactic adequacy proposed by researchers in the field of Mathematics Didactics. It is organized into chapters structured as articles and articulated with each other. The EOS is considered an inclusive theoretical system since it attempts to articulate various theoretical models of Mathematics, and is therefore designed for the analysis of teaching and learning processes in mathematics. Thus, its use in this research required the inclusion of aspects of Science Didactics for the subsequent analysis of teaching processes in Science. Five teachers from the area of Natural Sciences participated in this research, having been introduced to the EOS during a continuing education activity. Based on this training, the teachers planned didactic units guided by the instrument of the Criteria for Didactic Adequacy. We questioned whether the use of the Didactic Adequacy Criteria Instrument, adapted to science teaching, provoked reflections among science teachers about instructional processes. To answer this question, the following general objective was proposed: To evaluate the use of the Didactic Adequacy Criteria as an instrument for didactic analysis in the teaching of Natural Sciences. And as specific objectives we proposed: a) To test the Didactic Adequacy Criteria instrument as a promoter of reflections on the teaching activity of Science; b) To test the Didactic Adequacy Criteria instrument for the analysis of instructional processes in Science; c) To evaluate whether the use of the Didactic Adequacy Criteria in the planning and evaluation of the didactic unit contributes to the improvement of the didactic analysis of Natural Sciences teachers. These objectives were met within a compendium of four articles: i) “A didactic analysis of the teaching of food preservation in Chemistry Education based on the Epistemic Suitability Criterion”; ii) “The Didactic Adaptation Instrument as a stimulus for reflections on teaching activity: the case of chemical bonds”; iii) “Indicators that govern the planning and pedagogical practice of chemistry based on the Didactic Adaptation Criteria”; and vi) “Pedagogical practices with an investigative context: criteria attributed by two teachers who teach Biology and Physics”. The research is characterized as qualitative and interventional in nature, as it involved practices that combine investigative processes in the development of actions that can assume a diverse nature (Teixeira; Megid, 2017). In our considerations, we return to the question of this investigation, informing that the analysis revealed that the use of CAD systematized reflection, making visible aspects of practice that previously went unnoticed, such as the absence of attitudinal objectives, little variety of representations, and epistemic fragility. It is a good instrument for evaluating teaching units by

identifying strengths and weaknesses in each criterion, and finally, the use of CAD can promote teacher training, but constant use is necessary.

**Keywords:** teacher training, ontosemiotic approach, science didactics, science teaching

## RESUMEN

Esta tesis surge de una investigación pionera en el uso de la Teoría del Enfoque Ontosemiótico (TEO) en la enseñanza de las ciencias, ya que incorpora el concepto de adecuación didáctica propuesto por investigadores en el campo de la didáctica de las matemáticas. Está organizada en capítulos estructurados como artículos y articulados entre sí. La TEO se considera un sistema teórico inclusivo, ya que intenta articular diversos modelos teóricos de las matemáticas y, por lo tanto, está diseñada para el análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje en matemáticas. Por lo tanto, su uso en esta investigación requirió la inclusión de aspectos de la didáctica de las ciencias para el posterior análisis de los procesos de enseñanza en ciencias. Cinco docentes del área de Ciencias Naturales participaron en esta investigación, quienes conocieron la TEO durante una actividad de formación continua. Con base en esta capacitación, los docentes planificaron unidades didácticas guiadas por el instrumento de los Criterios de Adecuación Didáctica. Nos preguntamos si el uso del Instrumento de Criterios de Adecuación Didáctica, adaptado a la enseñanza de las ciencias, provocó reflexiones en el profesorado de ciencias sobre los procesos de instrucción. Para responder a esta pregunta, se propuso el siguiente objetivo general: Evaluar el uso de los Criterios de Adecuación Didáctica como instrumento para el análisis didáctico en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Y como objetivos específicos propusimos: a) Probar el instrumento Criterios de Adecuación Didáctica como promotor de reflexiones sobre la actividad docente de Ciencias; b) Probar el instrumento Criterios de Adecuación Didáctica para el análisis de los procesos instruccionales en Ciencias; c) Evaluar si el uso de los Criterios de Adecuación Didáctica en la planificación y evaluación de la unidad didáctica contribuye a la mejora del análisis didáctico del profesorado de Ciencias Naturales. Estos objetivos se cumplieron dentro de un compendio de cuatro artículos: i) “Un análisis didáctico de la enseñanza de la conservación de alimentos en Educación Química basado en el Criterio de Adecuación Epistémica”; ii) “El Instrumento de Adaptación Didáctica como estímulo para las reflexiones sobre la actividad docente: el caso de los enlaces químicos”; iii) “Indicadores que rigen la planificación y la práctica pedagógica de la química con base en los Criterios de Adaptación Didáctica”; y vi) “Prácticas pedagógicas en un contexto investigativo: criterios atribuidos por dos docentes de Biología y Física”. La investigación se caracteriza por su carácter cualitativo e intervencionista, ya que implicó prácticas que combinan procesos investigativos en el desarrollo de acciones que pueden asumir una naturaleza diversa (Teixeira; Megid, 2017). En nuestras consideraciones, retomamos la pregunta de esta investigación, informando que el análisis reveló que el uso del CAD sistematizó la reflexión,

visibilizando aspectos de la práctica que previamente pasaban desapercibidos, como la ausencia de objetivos actitudinales, la escasa variedad de representaciones y la fragilidad epistémica. Es un buen instrumento para evaluar unidades didácticas, identificando fortalezas y debilidades en cada criterio. Finalmente, el uso del CAD puede promover la formación docente, pero su uso constante es necesario.

**Palabras clave:** formación docente, enfoque ontosemiótico, didáctica de las ciencias, enseñanza de las ciencias

# Sumário

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>1. CRITÉRIO DE ADEQUAÇÃO DIDÁTICA.....</b>  | <b>20</b> |
| <b>2. DESENHO METODOLÓGICO.....</b>  | <b>28</b> |
| 2.1. Participantes da Pesquisa .....   | 28        |
| 2.2. Método de Ensino .....  | 29        |
| 2.3. Método da Avaliação da Intervenção .....  | 32        |
| <b>3. ADAPTAÇÃO DO INSTRUMENTO CRITÉRIO DE ADEQUAÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS .....</b>                                    | <b>34</b> |
| REFERÊNCIAS .....  | 49        |
| <b>4. UMA ANÁLISE DIDÁTICA DO ENSINO DE CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS NA EDUCAÇÃO QUÍMICA BASEADA NO CRITÉRIO DE ADEQUAÇÃO EPISTÊMICA</b> |           |
| 4.1. Introdução .....  | 57        |
| 4.2. Critérios de Adequação Didática .....   | 58        |
| 4.3. Metodologia .....   | 60        |
| 4.4. v62   |           |
| 4.5. Discussão dos Resultados .....  | 66        |
| 4.6. Considerações .....   | 68        |
| REFERÊNCIAS .....  | 71        |
| <b>5. O INSTRUMENTO DE ADEQUAÇÃO DIDÁTICA COMO ESTÍMULO A REFLEXÕES SOBRE A ATIVIDADE DOCENTE: O CASO DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS</b>      |           |
| 5.1. Introdução .....  | 75        |
| 5.2. Quadro teórico .....  | 76        |
| 5.3. Metodologia .....   | 78        |
| 5.4. Resultados e Discussão .....  | 81        |
| 5.5. Considerações .....   | 94        |
| REFERÊNCIAS .....  | 96        |
| <b>6. CRITÉRIOS DE ADEQUAÇÃO DIDÁTICA NO PLANEJAMENTO E NA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE QUÍMICA</b>   |           |
| 6.1. Introdução .....  | 103       |
| 6.2. Critério de Adequação Didática .....  | 104       |
| 6.3. Metodologia .....   | 106       |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 6.4.      | Apresentação e análise de dados .....  | 109        |
| 6.5.      | Discussão .....  | 124        |
| 6.6.      | Considerações .....  | 126        |
|           | REFERÊNCIAS .....  | 128        |
| <b>7.</b> | <b>PRÁTICAS PEDAGÓGICAS COM CONTEXTO INVESTIGATIVO: CRITÉRIOS<br/>ATRIBUÍDOS POR DUAS PROFESSORAS QUE LECIONAM BIOLOGIA E FÍSICA</b> |            |
| 7.1.      | Introdução .....   | 130        |
| 7.2.      | Quadro teórico .....   | 132        |
| 7.3.      | Metodologia .....  | 133        |
| 7.4.      | Resultados e Discussão .....   | 138        |
| 7.5.      | Considerações .....  | 155        |
|           | REFERÊNCIAS .....  | 157        |
|           | <b>CONSIDERAÇÕES .....</b>   | <b>160</b> |

## INTRODUÇÃO

Enquanto eu cursava a Licenciatura em Química na UESB - Campus Jequié, entre os anos de 2002 e 2008, deparei-me com constantes contradições, por exemplo, nos deparamos com professores que dominam o conteúdo que lecionam, mas possuem pouca ou nenhuma preparação pedagógica para o ensino, ou com disciplinas bem distante com às especificidades de um curso de formação de professores e ainda nos descobrimos num curso de formação de professores que valoriza tudo menos a formação do professor, um clássico curso 3+1. Mas, ao mesmo tempo, com elementos importantes para a consolidação da minha identidade enquanto professora de Química. Uma das principais reside na dualidade entre “ser aluna x ser professora”, o que me leva a considerar a seguinte questão: “em qual momento a aluna da licenciatura se percebeu professora?”

Na tentativa de responder tal questionamento acabei fazendo uma viagem no tempo e recordando das tantas vezes que brinquei (ou sonhei) de professora. Era a minha brincadeira favorita! E ali, entre cadernos velhos, papéis, lápis coloridos e bonecas (ou eram alunas?) ... Durante a brincadeira não havia dúvidas, eu já era a professora Karina. Será que foi ali entre sonhos e brincadeiras de criança, que me tornei professora? Se essa pergunta fosse feita para Tardif (2002), ele diria que não, por que para ser professora além de todos os saberes da profissão que ainda me faltavam, me faltavam as marcas do meu objeto que é o SER HUMANO. Objeto do professor é gente, pois diferente de um ferreiro cujo objeto é o ferro, ou do engenheiro cujo objeto são os cálculos, o objeto do trabalho do professor é gente. O ensino é a interação entre pessoas.

Durante o segundo semestre da graduação, tive a oportunidade de assumir 20 horas, como professora REDA<sup>1</sup>, uma sala de aula de Física. Entrei cheia de medos e vazia de muitos saberes. Afinal, eu era apenas uma aluna da licenciatura em Química! Mas já imaginava que, ao encarar uma sala de aula de Física, encararia também dificuldades, isso porque, enquanto os conhecimentos científicos são específicos, as dificuldades do processo ensino-aprendizagem também são específicas, não podendo ser comparados a outros conhecimentos disciplinares (Cachapuz *et al.*, 2005). Para minha sorte eu havia antes da Licenciatura cursado o Magistério, então havia adquirido alguma noção de planejamento didático, tinha afinidade com a área de Ciências da Natureza, era criativa, sabia selecionar recursos, entre outros requisitos, para começar a dar aulas de Física. Os dias se passaram e vi que precisaria de muitos outros saberes,

---

<sup>1</sup> O regime administrativo (REDA) é uma contratação temporária de pessoas para o serviço público.

não bastava somente ensinar os conceitos, as leis, realizar experimentos somente com cunho de motivação ou de pura e simples observação sem problematizar, desconsiderar as questões entre a ciência e a sociedade, que eu precisava ser menos rígida e permitir que os alunos falassem mais e de tempo para adquiri-los, pois esses saberes “são construídos e dominados progressivamente durante um período de aprendizagem” (Tardif, 2002, p. 58).

A dualidade aluna x professora persiste enquanto não iniciamos nossa carreira docente. Então, a resposta para a pergunta é: me tornei professora quando de fato assumi uma sala de aula. Foi quando percebi que precisava de uma formação adequada para romper com aquela visão simplista sobre o ensino de Ciências, que precisava conhecer melhor a escola, os alunos, o currículo, que precisava melhorar meu ensino e, conseqüentemente, melhorar o engajamento dos alunos em relação as disciplinas científicas. Enfim, quando eu percebi que eu precisava continuar a estudar e a investir em minha formação docente.

É essa necessidade que me trouxe a esse lugar, nesse processo de doutoramento no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores – PPG-ECFP, sob a orientação do Professor Dr. Bruno Ferreira dos Santos.

A pesquisa que origina esta tese é derivada de um projeto iniciado em 2020 que envolveu uma proposta de formação continuada para professores da área de Ciências da Natureza. Com efeito, esse projeto constituiu um grupo formado por professores de química e biologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e professores de escolas públicas da cidade de Jequié, no interior da Bahia. Esse projeto tinha como objetivo a adaptação e a validação de ferramentas de análise e de reflexão didáticas sobre os processos de ensino e aprendizagem de Ciências inspiradas pelos Critérios de Adequação Didática. Estes critérios são concebidos de tal modo que, *a priori* podem servir como indicadores de qualidade do ensino e *a posteriori* como indicadores de mudança em busca do aperfeiçoamento do ensino (Font; Planas; Godino, 2010; Godino *et al.*, 2006).

Esse constructo, proposto no âmbito do enfoque ontossemiótico (EOS), representa um sistema teórico-metodológico para a investigação do ensino da matemática. Os Critérios de Adequação Didática constituem um sistema de categorias de análise construído e fundamentado numa perspectiva global – epistemológico, cognitivo, instrucional e sistêmico-ecológico. Em seu conjunto, eles compõem uma ferramenta de análise sensível e multidimensional, capaz de provocar a reflexão sobre a prática de ensino em matemática, e serve para orientar o

planejamento, a execução e a avaliação de diferentes processos educacionais nessa disciplina (Font; Planas; Godino, 2010; Godino *et al.*, 2006).

No início do desenvolvimento desse projeto, eu fazia parte do grupo de professores da educação básica e, a partir de minha participação na formação oferecida pelo projeto, entrei em contato com os estudos sobre a noção de adequação didática, bem como dos trabalhos desenvolvidos pelo grupo “Teoría y Metodología de Investigación en Educación Matemática”.

Dito isso, em nosso país, o Ensino de Ciências tem seu alicerce didático construído em princípios mais tradicionais, que não requerem muitas reflexões diante dos desafios presentes no cotidiano escolar. Isso pode estar relacionado à formação inicial para as disciplinas de ciências, que costuma valorizar a transmissão dos conhecimentos acumulados historicamente, desconsiderando, por exemplo, a importância de cultivar a reflexão sobre o seu próprio ensino nos futuros professores.

A literatura nos indica que uma transformação do ensino tradicional em ciências exige de nós professores mais do que o reconhecimento das dificuldades, ou da introdução de inovações pontuais. É necessário a construção de um “corpo de conhecimento no qual diferentes aspectos do ensino e da aprendizagem em ciências estejam coerentemente integrados” (Gil-Perez *et al.*, 1999, p. 312). Precisamos pensar globalmente todo o processo de ensino-aprendizagem em ciências, uma vez que o tratamento de aspectos isolados e desconectados tem se mostrado ineficaz. É necessário integrar distintos aspectos que sempre foram estudados separados (Gil-Perez *et al.*, 1999).

Uma estratégia para melhorar esse cenário, segundo Breda, Font e Lima, (2015), seria a obtenção de “critérios de adequação que permitam avaliar os processos de instrução efetivamente realizados e ‘guiar’ a sua melhora” (p. 4). Para esses autores, precisamos de critérios de adequação que nos orientem sobre que aspectos são necessários modificar ou acrescentar para aperfeiçoar os processos de instrução.

Großmann e Krüger (2023) argumentam que o planejamento didático é parte fundamental da competência docente que a ação de planejar pode contribuir para o aperfeiçoamento da prática pedagógica pois essa ação nos leva a refletir sobre a nossa própria prática. E que, apesar das poucas evidências, o planejamento didático pode estar associado ao ensino de alta qualidade. Conforme Großmann e Krüger (2023), é no “plano de aula escrito que os professores descrevem e justificam um cenário institucional planejado” (p. 2). Segundo estes autores, a análise desses planos de aula fornece indícios das habilidades de ensino e capacidade

de reflexão dos professores. Eles ponderam, entretanto, que são escassas as investigações sobre o planejamento de aulas no ensino de ciências, e acrescentam que é necessário o desenvolvimento de uma ferramenta baseada em contextos da sala de aula que permita que os investigadores da educação científica avaliem os planos de aulas e identifiquem fragilidades.

Sobre o planejamento, Alves e Bego (2020) e Morais *et al.* (2021) afirmam que existem muitos trabalhos que discutem o planejamento, seja como foco principal da pesquisa ou como pano de fundo, entretanto as discussões são superficiais e os aportes teóricos são frágeis. No Ensino de Ciências, segundo esses autores são raros os trabalhos que têm como foco o planejamento e destacam a importância dos momentos de reflexão propiciados pelo planejamento (Alves; Bego, 2020; Morais *et al.*, 2021).

De acordo com Gil-Perez *et al.* (2001) já

estamos em situação de perguntar o que queremos potencializar no trabalho dos nossos alunos e alunas e também analisar (...) nossos materiais didáticos (ou de outros colegas) se ignoram algum aspecto básico e se transmite desse modo uma visão deformada da ciência. Precisamos elaborar (...) um guião para orientar o plano das atividades (ou para facilitar a sua análise), cujos itens recolham todos aqueles aspectos que consideramos convenientes para não cair em visões simplistas da ciência (Gil-Perez *et al.*, 2001, p 139).

Acreditamos que a noção de adequação didática pode ser esse guia que serve para orientar o planejamento, a execução e a avaliação de diferentes processos educacionais (Font; Planas; Godino, 2010; Godino *et al.*, 2006).

Desde os anos 1990 que pesquisadores do EOS têm se dedicado a estabelecer as bases de um enfoque integrador que reúne estudos do conhecimento e do objeto matemático, assim como de processos de ensino e aprendizagem. Atualmente, diferentes pesquisadores do uso dos CAD estão distribuídos em diversos países da América Latina e Espanha. Em muitas dessas pesquisas os CAD, seus componentes e indicadores constituem uma ferramenta que serve para estruturar a reflexão docente em Programas de Formação de Professores de Matemática (Calle; Breda, 2019; Esqué; Breda, 2021; Morales-Maure; Durán-González; Pérez-Maya; Bustamante, 2019; Morles-López; Breda; Font, 2024; Pochulu; Font; Rodríguez, 2016; Seckel; Font, 2020; Arzola *et al.*, 2024; Hummes *et al.*, 2024; Martins *et al.*, 2024).

Em 2021, alguns pesquisadores (Malet; Giacomone; Repetto, 2021) realizaram um trabalho de estado da arte sobre o constructo da adequação didática e apontaram um crescimento quantitativo e qualitativo nas pesquisas da educação matemática que exploram este constructo.

Nesse trabalho, os autores encontraram a pesquisa de Parra-Bermúdez e Ávila Godoy desenvolvido em 2015 de aplicação da ferramenta CAD para valorar um processo de ensino em Física e outra pesquisa em 2017 de Arguedas-Matarrita, Concaria e Giacomone em que os autores avaliaram, no nível superior, um ensino a distância de Física, indicando que tal constructo pode ser aplicado em outra área de conhecimento, como na área de Ciências Naturais. E o trabalho de Vasconcelos (2023) em que os CAD foram usados para avaliar um curso de Medicina. Esses resultados sugerem uma possibilidade de aplicação do CAD em uma área diferente da educação matemática.

É inspirada nesses resultados positivos que proponho esta tese. Logo, essa pesquisa desponta como pioneira no estudo do uso de um instrumento composto pelo CAD, seus componentes para o desenvolvimento do planejamento didático e avaliação de processos de instrução no Ensino de Ciências.

Com efeito, como questão de pesquisa temos:

- ❖ **O uso do Instrumento Critérios de Adequação Didática, adaptado ao ensino de Ciências, pode aperfeiçoar a reflexão dos professores de ciências sobre os seus processos de instrução?**

Para responder a essa questão de pesquisa, temos como objetivos:

➤ **OBJETIVO GERAL**

**Propor o uso dos Critérios de Adequação Didática como instrumento orientador do planejamento e avaliação de processos de ensino de ciências da natureza e avaliar o uso dos Critérios de Adequação Didática como instrumento para análise didática no ensino das Ciências da Natureza;**

▪ **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Validar os Critérios de Adequação Didática como um instrumento promotor de reflexões sobre a atividade docente de Ciências;
- Validar os Critérios de Adequação Didática como um instrumento de análise de processos instrucional em Ciências;
- Avaliar se o uso dos CAD no planejamento e valoração da unidade didática contribui com o melhoramento da análise didática dos professores de Ciências da Natureza.

Diante dos objetivos expostos, a presente pesquisa sustenta a tese de que o instrumento Critérios de Adequação Didática, adaptado ao Ensino de Ciências Naturais, constitui-se como uma ferramenta analítico-reflexiva multidimensional que potencializa a formação docente ao promover a reflexão sistemática sobre a prática pedagógica, melhorar o planejamento didático e orientar a avaliação dos processos de ensino e aprendizagem em Ciências.

Esta tese está organizada em capítulos estruturados na forma *multipaper*. No Capítulo 1 dedicamos atenção ao Referencial Teórico sobre os Critérios de Adequação Didática. No Capítulo 2 apresentamos o Desenho Metodológico. No Capítulo 3 bem como as adaptações e indicações de novos indicadores. No Capítulo 4 dedicamos aos Resultados e sua Discussão, apresentamos quatro artigos, o primeiro submetido e apresentado no XXII Encontro Nacional de Ensino de Química em 2024 sob o título “Uma análise didática do ensino de conservação de alimentos na Educação Química baseada no Critério de Idoneidade Epistêmica”; o segundo artigo submetido à revista Química Nova na Escola sob o título “O Instrumento de Adequação Didática como estímulo a reflexões sobre a atividade docente: o caso das ligações químicas”; o terceiro manuscrito submetido a revista Revemop e um quarto artigo que se encontra em processo de submissão e que tem como título “Práticas pedagógicas com contexto investigativo: critérios atribuídos por duas professoras que lecionam Biologia e Física”. E, por fim, as Considerações Finais e Conclusões com apontamentos de possíveis caminhos futuros para essa pesquisa.

## 1. CRITÉRIO DE ADEQUAÇÃO DIDÁTICA

A teoria do Enfoque Ontossemiótico do Conhecimento e Instrução Matemática (EOS) foi desenvolvida por pesquisadores da educação matemáticos do grupo de investigação Teoria da Educação Matemática liderado por Juan Diaz Godino, na Universidade de Granada na Espanha, durante os anos 1990 (Gusmão; Font, 2020). Um aspecto importante na origem do EOS foi o intercâmbio que os membros do EOS tiveram com outros pesquisadores do ensino de matemática na França. A disponibilidade de um grande número de teorias como base para estudar o ensino e a aprendizagem da matemática levou o grupo a considerar a articulação entre essas teorias (Godino, 2012). É desse modo que o grupo EOS propõem um sistema teórico inclusivo (Presmeg, 2014), que aproxima e articula diversos modelos teóricos utilizados na investigação em Educação Matemática, a partir de pressupostos antropológicos, semióticos e pragmáticos sobre a Matemática e seu ensino.

Este grupo propõe um sistema de noções teóricas sobre o conhecimento e o objeto matemático institucionalizado para estudar problemas do ensino e da aprendizagem, sem perder de vista o sujeito que aprende. Os pesquisadores desse grupo fazem o seguinte questionamento: *qual conhecimento didático-matemático um professor deve ter para ensinar uma boa matemática?* (Breda; Font; Lima, 2015). A ideia do EOS vem do estudo de vários modelos teóricos matemáticos que avaliam o que é considerado uma boa matemática para o ensino (Godino; Batanero; Font, 2008; Gusmão; Font, 2020).

De acordo com seus propositores, o processo de construção desse sistema de noções teóricas no EOS se deu em três fases: na primeira fase eles buscaram compreender os significados dos objetos e dos processos matemáticos; na segunda fase elaboraram um modelo semiótico e ontológico que refletisse os processos de comunicação e atividades matemáticas; e na terceira fase se debruçaram em entender os modelos teóricos matemáticos (Godino; Batanero; Font, 2008).

A teoria do EOS considera cinco tipos de análise do conhecimento e da instrução matemática: identificação das práticas matemáticas, elaboração das configurações de objetos e processos matemáticos, análise das trajetórias e interações didáticas, identificação do sistema de normas e metanormas, e avaliação dos processos de instrução (Breda, 2016; Godino; Batanero; Font, 2008). Esta tese se concentra em um tipo de análise: o da avaliação dos processos de instrução, onde se aplicam os Critérios de Adequação Didática (CAD).

Os CAD são vistos como princípios capazes de guiar o ensino e a aprendizagem da matemática, e considerados fundamentais para a formação reflexiva de professores, pois permitem a transição de uma didática descritiva para uma didática normativa, ou seja, na avaliação da adequação didática orientada para a identificação de possíveis aperfeiçoamentos nos processos de instrução (Breda, 2016).

Segundo Godino,

A adequação didática de um processo de instrução é definida como o grau em que o referido processo (ou uma parte dele) tem certas características que permitem que ele seja qualificado como ótimo ou adequado para alcançar a adaptação entre os significados pessoais alcançados pelos alunos (aprendizagem) e os significados institucionais pretendidos ou implementados (ensino), levando em consideração as circunstâncias e os recursos disponíveis (entorno). Isso supõe a articulação coerente e sistêmica de seis facetas ou dimensões: epistêmica, ecológica, cognitiva, afetiva, interacional e meios. (Godino, 2017, p.13 – tradução nossa)

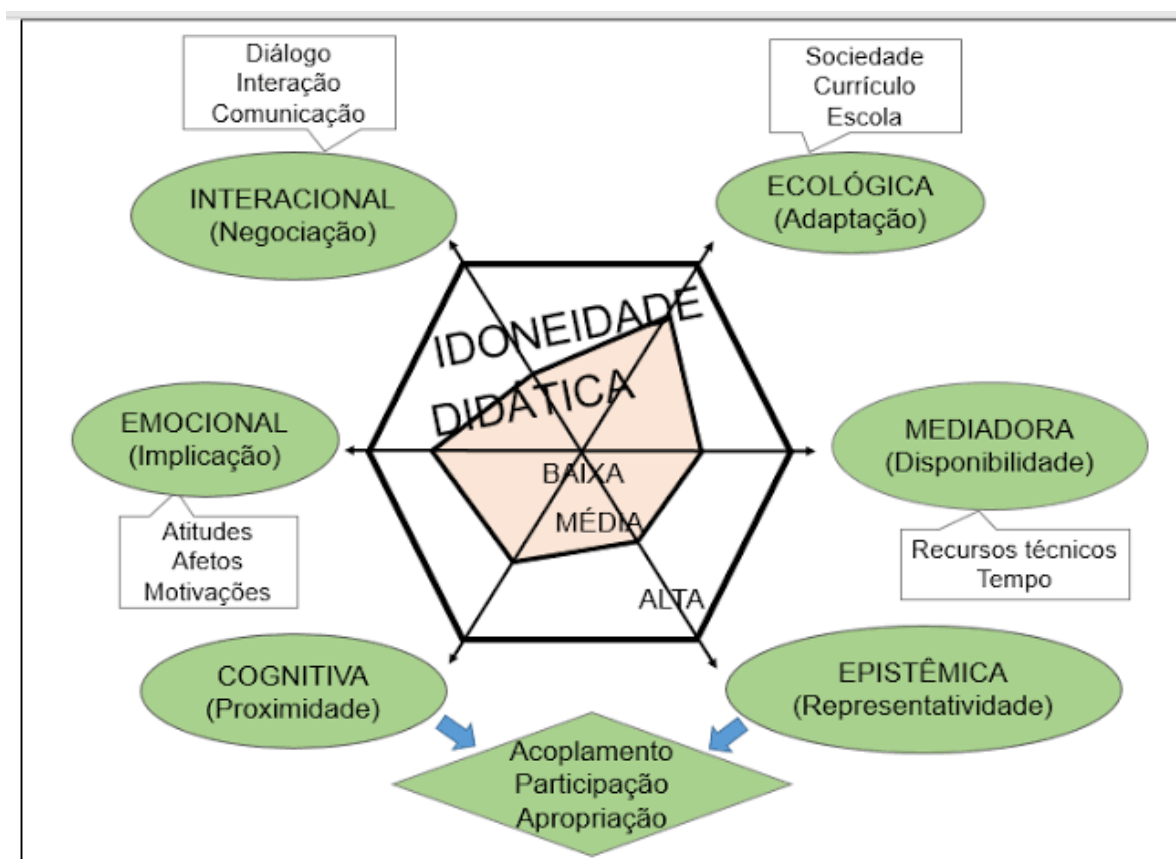
São essas seis dimensões que estruturam os critérios de adequação didática que, em seu conjunto, compõem um instrumento de análise teórico-metodológico para a instrução, e seu uso permite tanto avaliar os processos de ensino e aprendizagem como também imaginar intervenções na prática pedagógica, visando seu aperfeiçoamento. A seguir apresentamos uma descrição de cada critério, conforme Godino, Batanero e Font (2008):

- Critério Epistêmico: relativo ao conhecimento institucionalizado, permite avaliar se o conteúdo ensinado é adequado ao nível educacional;
- Critério Cognitivo: permite avaliar se aquilo que se pretende ensinar encontra-se ao nível cognitivo dos alunos e, após a instrução, observar se as aprendizagens adquiridas estão próximas do almejado no planejamento pedagógico;
- Critério Interacional: diz respeito aos processos de interação professor-aluno e aluno-aluno, com as eventuais dúvidas e dificuldades que surgem, a exemplo dos conflitos semióticos (conflitos de significado entre a matemática institucional e as compreensões pessoais dos alunos). Daí a importância da atenção aos processos comunicativos;
- Critério Afetivo: permite avaliar o envolvimento afetivo, emocional, as atitudes, bem como os interesses e motivações dos alunos, com os seus colegas e professor, mas também com o próprio conhecimento;
- Critério de Meios: permite avaliar a adequação dos recursos materiais e do tempo disponível para o ensino.

○ Critério Ecológico: permite avaliar a adequação do ensino ao projeto educativo da escola, às diretrizes curriculares, às condições do contexto social e cultural local, profissional e com as outras áreas do conhecimento.

Godino e seus colaboradores propõem como representação para os CAD a figura de um hexágono (Figura 1), em que cada face significa um dos critérios citados acima. Um hexágono perfeito corresponderia a um nível de alta adequação, isto é, o grau máximo desejado em todas as suas seis dimensões. Porém, as práticas pedagógicas reais dificilmente atingem uma qualificação como a pretendida pelo seu planejamento. Com efeito, a avaliação de cada critério serve justamente para isso: avaliar os efeitos da intervenção e propor mudanças para o seu melhoramento numa futura intervenção.

Figura 1 – Dimensões da Adequação Didática



Fonte: Godino (2009).

Na Figura 1 podemos observar, na parte interna do hexágono perfeito, um hexágono irregular, que nos informa quais critérios necessitam maior atenção caso uma prática com essas características seja reproduzida novamente.

No instrumento proposto por Godino e seus colaboradores quanto mais alto o nível desses critérios no hexágono mais próximo se chegará a uma matemática de alta qualidade, baseada nas reais necessidades de aprendizagem dos alunos. Para Godino, Batanero e Font (2008), os CAD devem ser entendidos como princípios de correção que devem ser aplicados quando se pretende chegar a um consenso ao que pode ser considerado o melhor para a educação matemática. É importante, entretanto, que haja um equilíbrio entre os critérios, e quanto mais regular o hexágono, maior adequação terá o processo de estudo que ele representa. Um grande destaque do uso dessa ferramenta nos processos de ensino e aprendizagem da matemática é o que ela é capaz de evidenciar ao professor sobre sua própria prática, sobre o seu desenvolvimento e processo formativo, as possíveis intervenções na prática, indicando outras abordagens em novas situações de ensino etc. (Godino; Batanero; Font, 2008).

Com o objetivo de operacionalizar os CAD, o grupo do EOS estabeleceu um conjunto de componentes e indicadores para cada um dos critérios, e que serve como um guia para análise e avaliação dos processos de instrução. Os Quadros 1; 2; 3; 4; 5 e 6 apresentam os componentes e indicadores de cada critério.

Quadro 1 – Componentes e indicadores do critério epistêmico.

| COMPONENTES  | INDICADORES   |
|--|---|
| <b>Situações-problemas</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresenta-se uma amostra representativa e articulada de situações de contextualização, exercício e aplicação;</li> <li>- Propõem-se situações de generalização de problemas (problematização).</li> </ul>  |
| <b>Linguagens</b>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de diferentes modos de expressão matemática (verbal, gráfica, simbólica...), traduções e conversões entre elas;</li> <li>- Nível de linguagem adequado aos aprendizes que se dirige;</li> <li>- Propõem-se situações de expressão matemática e interpretação.</li> </ul>   |
| <b>Regras (Definições, proposições, procedimentos)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- As definições e procedimentos são claros e corretos, e estão adaptados ao nível educativo a que se dirigem;</li> <li>- Apresentam-se enunciados e procedimentos fundamentais do tema para o nível educativo dado;</li> <li>- Propõem-se situações em que os alunos tenham que gerar ou negociar definições, proposições ou procedimentos.</li> </ul> |

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Argumentos</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- As explicações, comprovações e demonstrações são adequadas ao nível educativo a que se dirigem;</li> <li>- Se promovem situações onde o aluno tenha que argumentar.</li> </ul>  |
| <b>Relações</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Os objetos matemáticos (problemas, definições, proposições, etc.) se relacionam e conectam entre si;</li> <li>- Identificam-se e articulam os diversos significados dos objetos que intervêm nas práticas matemáticas.</li> </ul> |

Fonte: Godino (2011, p. 9). Nossa tradução

Quadro 2 – Componente e indicadores do critério cognitivo.

| COMPONENTES   | INDICADORES  |
|---|--|
| <b>Conhecimentos prévios:</b><br>(Se consideram os mesmos elementos que para a idoneidade epistêmica) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Os alunos têm os conhecimentos prévios necessários para o estudo do tema (bem caso tenham estudado anteriormente ou o professor planeja seu estudo);</li> <li>- Os conteúdos pretendidos podem ser alcançados (têm uma dificuldade manejável) em seus diversos componentes.</li> </ul>  |
| <b>Adaptações curriculares às diferenças individuais</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incluem-se atividades de aplicação e de reforço;</li> <li>- Promove-se a acessibilidade de todos os estudantes nas atividades propostas.</li> </ul>   |
| <b>Aprendizagem:</b> (Se consideram os mesmos elementos que para a adequação epistêmica)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Os diversos modos de avaliação indicam que os alunos realizam a apropriação dos conhecimentos, compreensões e competências pretendidas;</li> <li>- Compreensão conceitual e propositiva; competência comunicativa e argumentativa; fluência procedimental; compreensão situacional; competência metacognitiva;</li> <li>- A avaliação leva em conta níveis distintos de compreensão e competência;</li> <li>- Os resultados das avaliações são difundidos e utilizados para a tomada de decisão.</li> </ul> |

Fonte: Godino (2011, p.10). Nossa tradução

Quadro 3 – Componentes e indicadores do critério interacional

| COMPONENTES | INDICADORES |
|-------------|-------------|
|-------------|-------------|

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Interação docente-discente</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- O professor faz uma apresentação adequada do tema (apresentação clara e bem organizada, não fala muito rápido, enfatiza os conceitos chave do tema, etc.);</li> <li>- Reconhece e resolve os conflitos dos alunos (se fazem perguntas e respostas adequadas, etc.);</li> <li>- Se busca chegar a consensos com base no melhor argumento;</li> <li>- Se usam diversos recursos retóricos e argumentativo para implicar e captar a atenção dos alunos;</li> <li>- Se facilita a inclusão dos alunos na dinâmica da turma.</li> </ul> |
| <b>Interação entre alunos</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se favorece o diálogo e comunicação entre os estudantes;</li> <li>- Tratam de convencer a si mesmos e aos demais da validade de suas afirmações, conjecturas e respostas, apoiando-se em argumentos matemáticos;</li> <li>- Se favorece a inclusão no grupo e se evita a exclusão.</li> </ul>  |
| <b>Autonomia</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se contemplam momentos em que os estudantes assumem a responsabilidade do estudo (formulam questões e apresentam soluções; exploram exemplos e contraexemplos para investigar e conjecturar; usam uma variedade de ferramentas para raciocinar, fazer conexões, resolver problemas e comunicá-los).</li> </ul>   |
| <b>Avaliação formativa</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observação sistemática do progresso cognitivo dos alunos.</li> </ul>   |

Fonte: Godino (2011, p. 12). Nossa tradução

Quadro 4 – Componentes e indicadores do critério emocional.

| <b>COMPONENTES</b>               | <b>INDICADORES</b>  |
|----------------------------------|---|
| <b>Interesses e necessidades</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- As tarefas atraem o interesse dos alunos;</li> <li>- Se propõe situações que permitam apreciar a utilidade da matemática na vida cotidiana e profissional.</li> </ul>  |
| <b>Atitudes</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se promove a participação nas atividades, a perseverança, responsabilidade, etc.;</li> <li>- Se favorece a argumentação em situações de igualdade; o argumento é avaliado em si mesmo e não por quem o disse.</li> </ul> |
| <b>Emoções</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se promove a autoestima, evitando a rejeição, fobia ou medo a matemática;</li> </ul>   |

- Se ressaltam as qualidades estéticas e de precisão da matemática.

Fonte: Godino (2011, p. 11). Nossa tradução

Quadro 5 – Componentes e indicadores do critério de meios.

| COMPONENTES   | INDICADORES   |
|---|---|
| <b>Recursos materiais (Manipulativos, calculadoras, computadores)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se usam materiais manipulativos e informáticos que permitam introduzir boas situações, linguagens, procedimentos, argumentações adaptadas ao conteúdo pretendido;</li> <li>- As definições e propriedades são contextualizadas e motivadas usando situações e modelos concretos e visualizações.</li> </ul>            |
| <b>Número de alunos, horário e condições de aula</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- O número e a distribuição dos alunos permitem realizar o ensino pretendido;</li> <li>- O horário do curso é apropriado (por exemplo, não se dão todas as seções no último período);</li> <li>- A aula e a distribuição dos alunos são adequadas para o desenvolvimento do processo instrucional pretendido.</li> </ul> |
| <b>Tempo (de ensino coletivo /tutoria; tempo de aprendizagem)</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- O tempo (presencial e não presencial) é suficiente para o ensino pretendido;</li> <li>- Se dedica tempo suficiente aos conteúdos mais importantes do tema;</li> <li>- Se dedica tempo suficiente aos conteúdos que apresentam maior dificuldade de compreensão.</li> </ul>   |

Fonte: Godino (2011, p.13). Nossa tradução

Quadro 6 – Componente e indicadores do critério ecológico.

| COMPONENTES                                    | INDICADORES   |
|--|---|
| <b>Adaptação ao currículo</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Os conteúdos, sua implementação e avaliação estão condizentes com as diretrizes curriculares.</li> </ul>   |
| <b>Abertura a caminho da inovação didática</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inovação baseada na investigação e na prática reflexiva;</li> <li>- Integração de novas tecnologias (calculadoras, computadores, TIC, etc.) no projeto educativo.</li> </ul> |

|   |   |
|---|---|
| <b>Adaptação socioprofissional e cultural</b> | - Os conteúdos contribuem para a formação socioprofissional dos estudantes.   |
| <b>Educação e valores</b>                     | - Contempla-se à formação em valores democráticos e no pensamento crítico.    |
| <b>Conexões intra e interdisciplinares</b>    | - Os conteúdos se relacionam com outros conteúdos intra e interdisciplinares. |

Fonte: Godino (2011, p. 14). Nossa tradução

É com base nesses critérios, seus componentes e indicadores que é possível analisar e avaliar qualquer processo de instrução, desde o planejamento de uma aula ou de uma sequência didática, um curso de formação, desenvolvimento de projetos de ensino em qualquer etapa educacional (Breda; Bolondi; Silva, 2021). De acordo com Breda, Bolondi e Silva (2021) este é um instrumento poderoso e que também serve como guia para reflexões e avaliações realizadas pelos professores.

Embora o modelo tenha sido criado para avaliar processos de ensino em matemática, apostamos que ele pode ser adaptado e utilizado em outras áreas de conhecimento. Em nossa pesquisa, incorporamos esse instrumento para investigar suas potencialidades no ensino de ciências da natureza, já que as ciências da natureza compartilham elementos comuns em seus processos de instrução com a matemática.

## 2. DESENHO METODOLÓGICO

Esta pesquisa se caracteriza como uma abordagem qualitativa de natureza interventiva. Segundo Teixeira e Megid (2017), pesquisas de natureza interventiva “são práticas que conjugam processos investigativos ao desenvolvimento concomitante de ações que podem assumir natureza diversificada” (p. 1056). Dentro da pesquisa de natureza interventiva temos a modalidade *Pesquisa e Desenvolvimento*, na qual nossa pesquisa se identifica, pois buscamos a testagem de um produto na tentativa de viabilizar a solução de um problema.

Nosso produto é o Instrumento dos CAD adaptado ao ensino de ciências e nosso objetivo é explorar as potencialidades e limitações de seu uso, como um instrumento que pode contribuir para o planejamento e a avaliação de processos de ensino, além de estimular reflexões sobre a própria prática pedagógica.

### 2.1. Os Participantes Da Pesquisa

Participaram de nossa pesquisa cinco professoras da área de ciências da natureza, todas licenciadas em suas áreas de atuação.

A professora, Tainá é licenciada em Ciências com habilitação em Química, possui três especializações, é mestra em Educação Científica, é membro de grupo de pesquisa na área da educação, com mais de vinte anos de experiência de sala de aula como docente das redes pública estadual da Bahia e municipal da cidade de Jequié, costuma colaborar com pesquisas desenvolvidas pela Universidade.

A professora Flora é bacharel e licenciada em Física, tem mestrado nas áreas duras da física, é docente da rede pública do estado da Bahia com sete anos de experiência. Entre as participantes da pesquisa é a professora mais jovem, uma grande entusiasta da abordagem STEAM<sup>2</sup>, da metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos e dos Clubes de Ciências.

A professora Açucena é licenciada em Biologia, tem duas especializações, é mestra em Educação Científica, com vinte e seis anos de docência na rede pública do estado da Bahia; já atuou como professora substituta em curso de formação de professores de Biologia e sempre participa de pesquisas e projetos da Universidade.

A professora Lili é licenciada em Ciências com habilitação em Química, possui quatro especializações, fez o mestrado profissional em Química e exerce a docência há 19 anos na rede

---

<sup>2</sup> De acordo com Rodrigues e Alcina (2023), STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) é uma abordagem educacional recente que visa o ensino interdisciplinar de ciência, tecnologia, engenharia, artes/humanidades e matemática.

Estadual da Bahia. A professora Lili atuou como formadora do Programa Ciência na Escola, desenvolvendo atividades na formação continuada de professores de ciências, fez acompanhamento e atendimento nas unidades escolares, orienta e organiza feiras de ciências nas escolas públicas.

E a professora Rosa é licenciada em Ciências com habilitação em Química, tem o mestrado profissional e atua como docente há 21 anos na rede estadual da Bahia.

O contato com as cinco professoras aconteceu em 2020 durante o desenvolvimento de um projeto colaborativo de formação continuada intitulado: “Um estudo sobre sequências didáticas para o ensino de ciências baseado no uso dos Critérios de Adequação Didática”. Na época o grupo era formado por treze professores de escolas públicas da cidade de Jequié e mais cinco professores formadores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia todos da área de Ciências da Natureza, licenciados em suas áreas e que foram convidados a participarem do projeto colaborativo de formação continuada de onde origina-se minha pesquisa de doutorado. Vale destacar que eu fazia parte do grupo dos 13 professores.

A seguir vamos descrever nossa intervenção dividindo em dois principais componentes: o método de ensino e o método da avaliação da intervenção.

## **2.2. Método De Ensino**

Durante o desenvolvimento do projeto colaborativo de formação continuada as cinco professoras tiveram contato com a Teoria do EOS e foram convidadas a planejarem sequências didáticas para o ensino de ciências, tendo como base os CAD, como princípio didático para orientar o planejamento, desenvolvimento e a avaliação das sequências a serem realizadas em suas escolas. Vale destacar que a escolha do conteúdo da sequência didática ficou a critério de cada professor.

O processo formativo ocorreu em 2020, de forma remota por causa das restrições impostas pela pandemia do covid-19. Como já foi mencionado anteriormente, era um grupo colaborativo composto por treze professores da educação básica, cinco professores formadores e a mediação da formação foi conduzida pelo coordenador do projeto, e todos os participantes eram professores de ciências da natureza. As atividades foram distribuídas ao longo de quinze encontros de três horas cada. Todos os encontros foram gravados. Além dos encontros, foi formado um grupo de whatsapp para troca de informações, compartilhamento de atividade, e divulgação de eventos. Os encontros foram dinamizados buscando-se, entre outras coisas,

promover a colaboração entre as participantes, a promoção do diálogo, a partilha e a reflexão. A seguir, explicitamos o cronograma das atividades centrais dos encontros (Quadro - 7).

Quadro 7. Cronograma das atividades realizadas durante o Projeto

| <b>ENCONTRO</b> | <b>DATA</b> | <b>TEMÁTICA CENTRAL</b>  |
|-----------------|-------------|--|
| 1º              | 03/01/2020  | Apresentação da proposta do projeto, documentos e autorizações para o desenvolvimento da pesquisa, organização dos grupos de trabalho, construção e organização do calendário dos encontros; foi solicitado a cada professor que selecionasse um conteúdo do seu programa de ensino, pensasse nos desafios de se trabalhar o conteúdo selecionado e um tema que poderia ser desenvolvido de acordo com o conteúdo escolhido para o planejamento da sequência didática. Todos os professores foram encorajados a socializar no grupo suas experiências, dificuldades e as aprendizagens realizadas. |
| 2º              | 08/01/2020  | Apresentação do projeto “Um estudo sobre sequências didáticas para o ensino de ciências baseado no uso dos Critérios de Adequação Didática”.   |
| 3º              | 06/02/2020  | Apresentação do (Re)desenho de tarefas para articular os conhecimentos intra e extramatemáticos do professor (Prof. Mr. Jorge Ramos de Sousa).   |
| 4º              | 13/02/2020  | Apresentação dos CAD.  |
| 5º              | 12/03/2020  | Apresentação do Prof. Dr. Vicenç Font Moll sobre a teoria do Enfoque Ontossemiótico.   |
| 6º              | 29/04/2020  | Partilha dos conteúdos, temas das sequências didática e organização das apresentações dos planejamentos das sequências didáticas.  |
| 7º              | 13/05/2020  | Apresentação da sequência didática da disciplina química, tema: análise de águas e conteúdo: soluções químicas e discussão/avaliação e identificação dos componentes que integram os CAD. Estudo dos CAD para validação do instrumento.  |

|     |            |  |
|-----|------------|--|
| 8º  | 20/05/2020 | Apresentação da sequência didática da disciplina química, conteúdo de química orgânica. e discussão/avaliação e identificação dos componentes que integram os CID.   |
| 9º  | 24/05/2020 | Apresentação da sequência didática da disciplina física, tema: o gato de Schrödinger, conteúdo da química quântica e discussão/avaliação e identificação dos componentes que integram os CAD. (Prof. <sup>a</sup> Flora)                                 |
| 10º | 27/05/2020 | Apresentação da sequência didática da disciplina química ou física, tema calor e discussão/avaliação e identificação dos componentes que integram os CAD. (na época a professora não tinha certeza em que disciplina desenvolveria a sequência didática) |
| 11º | 17/06/2020 | Apresentação da sequência didática da disciplina química, conteúdo ligações químicas e discussão/avaliação e identificação dos componentes que integram os CAD. (Prof. <sup>a</sup> Tainá)   |
| 12º | 01/07/2020 | Apresentação da sequência didática da disciplina física/astronomia, as fases da Lua, seus movimentos e fenômenos e discussão/avaliação e identificação dos componentes que integram os CAD.  |
| 13º | 08/07/2020 | Apresentação das sequências didáticas da disciplina biologia, tema: as plantas em nossa vida, conteúdo botânica e discussão/avaliação e identificação dos componentes que integram os CAD. (Prof. <sup>a</sup> Açucena)                                  |
| 14º | 22/07/2020 | Apresentação da sequência didática da disciplina química, tema: conservação de alimentos, conteúdo propriedades coligativas e discussão/avaliação e identificação dos componentes que integram os CAD. (Prof. <sup>a</sup> Lili e Profa. Rosa)           |
| 15º | 05/08/2020 | Apresentação da sequência didática da disciplina química, tema: alimentação e discussão/avaliação e identificação dos componentes que integram os CAD.   |

Fonte: autores

Os destaques no Quadro – 8 referem-se aos casos das professoras que participaram da pesquisa que deu origem a esta tese. Três professores não apresentaram sua proposta de sequência didática, mas participaram de todos os encontros de formação. No final do mesmo ano o retorno das atividades presenciais nas escolas possibilitou o desenvolvimento do projeto, mas os professores encontraram inúmeras dificuldades na realidade escolar pós-pandemia, e quatro professores não conseguiram implementar suas sequências didáticas. Apenas as cinco professoras completaram o ciclo de desenvolvimento – avaliação – replanejamento e avaliação, originalmente previstos pelo projeto.

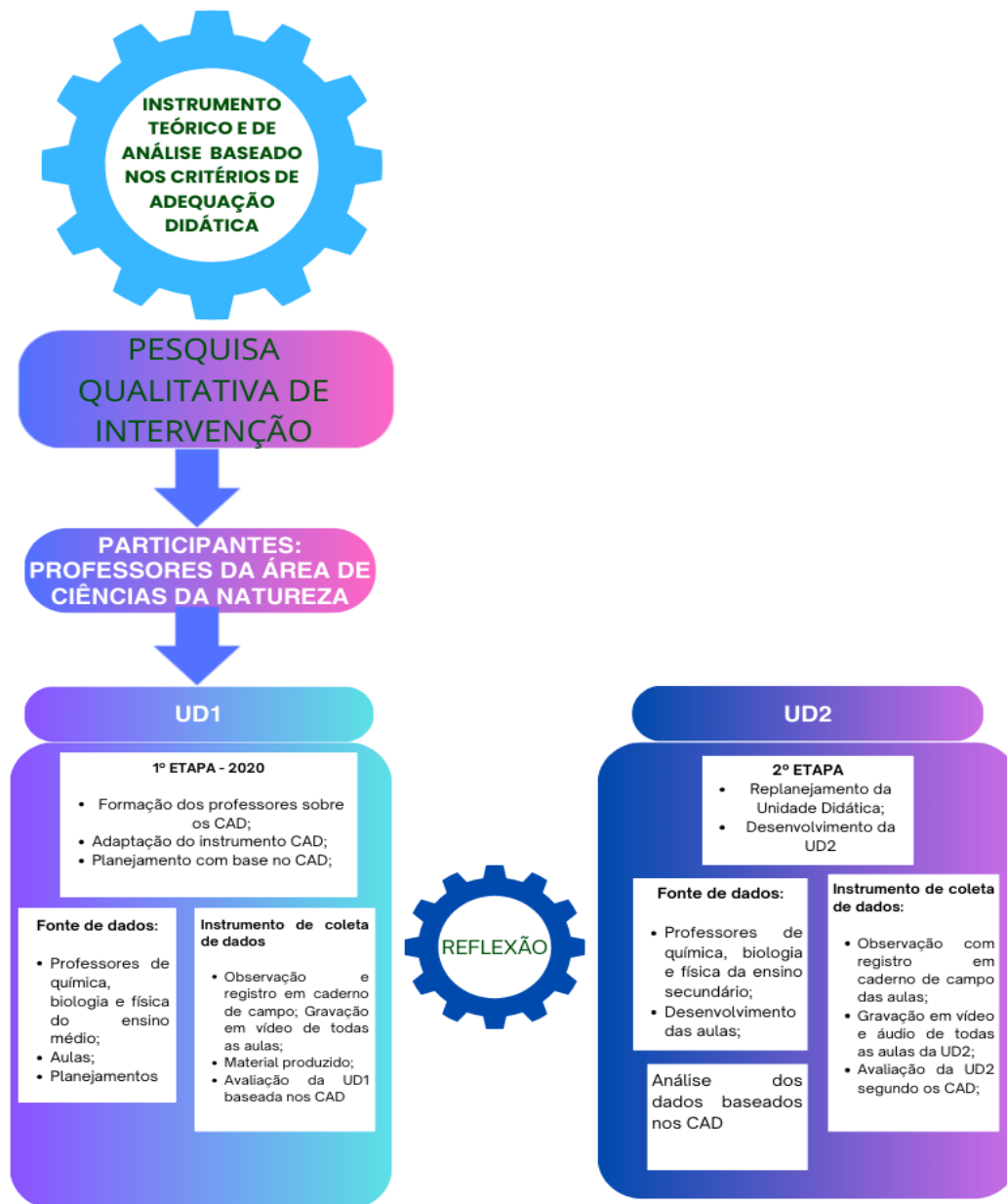
### **2.3. Método Da Avaliação Da Intervenção**

Para avaliar a intervenção, foram utilizados os seguintes instrumentos de produção de dados: a) a observação de todo processo formativo, bem como do desenvolvimento de todas as sequências didáticas, b) o registro em áudio e vídeo da implementação das sequências didáticas, bem como dos momentos de avaliação pelos professores, utilizando o instrumentos dos CAD; posterior transcrição dos dados registrados em áudio e vídeo e sua segmentação em unidades temática; c) materiais produzidos pelos professores para as sequências; e d) caderno de campo, onde eram registrados informações que não eram registradas em áudio e vídeo.

Sobre a formação continuada dos professores, pudemos observar alguns efeitos da intervenção na formação continuada dos professores envolvidos. Tomamos como parâmetro o envolvimento e participação do grupo nos encontros de formação. Em relação ao planejamento, alguns professores compartilharam que não têm a prática de produzir um planejamento escrito, uma vez que este é visto como uma tarefa burocrática. Obtemos relatos de professores sobre o quanto foram importantes os atos de pensar, planejar, avaliar e replanejar para suas práticas. O diálogo e a troca de ideias entre os participantes e a pesquisadora a respeito das sequências também foi destacado como relevante, pois o trabalho do professor é muitas vezes solitário.

A Figura 2 apresenta uma síntese descritiva de nosso percurso metodológico.

Figura 2. Percurso metodológico



Fonte: Autora

### 3. ADAPTAÇÃO DO INSTRUMENTO CRITÉRIO DE ADEQUAÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Ao considerarmos a aplicação do Instrumento CAD no contexto do Ensino de Ciências da Natureza, identificamos diferenças entre a matemática e as ciências que demandaram adaptações conceituais e metodológicas. Inspirados na ferramenta proposta por Godino (2011) e seus colaboradores, nos apropriamos das dimensões ou facetas da adequação didática, apresentados anteriormente na Figura 1, e propomos a inserção de novos elementos baseados em aspectos, características e tendências consensuadas pela Didática das Ciências ao instrumento CAD, para a análise dos processos de instrução no ensino de ciências. A Figura 3 representa essa inclusão. A seguir descrevemos este processo de adaptação e inclusão de novos elementos aos CAD.

Figura 3. Tendências e aspectos do Ensino de Ciências incluídos no processo de adaptação do instrumento CAD



Fonte: autores

A primeira diferença diz respeito à natureza epistemológica entre a Matemática e as Ciências da Natureza. As Ciências da Natureza lidam com fenômenos naturais observáveis, modelos explicativos, a experimentação e a empiria na construção do conhecimento científico. Essa característica implica que o ensino de ciências deve contemplar dimensões como a

natureza da ciência, as práticas epistêmicas próprias da investigação científica, a relação entre teoria e evidência empírica, o papel da experimentação, a linguagem científica.

O segundo aspecto refere-se aos objetivos formativos específicos da alfabetização científica. Segundo Sasseron e Carvalho (2008), a alfabetização científica envolve não apenas a compreensão de conceitos científicos, mas também o desenvolvimento de habilidades para "fazer ciência" e compreender as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Isso inclui práticas como a argumentação baseada em evidências, a elaboração e uso de modelos explicativos, a formulação de hipóteses, além da compreensão da ciência como empreendimento social e histórico.

Uma terceira característica está relacionada às especificidades da linguagem e representação nas Ciências da Natureza. O ensino de ciências mobiliza múltiplos modos de representação para aspectos macroscópicos e submicroscópicos, além de envolver fortemente a experimentação, a modelagem e o uso de analogias e metáforas como recursos explicativos. Essas dimensões semióticas específicas precisam ser contempladas nos critérios de avaliação da adequação didática.

A quarta diferença diz respeito às questões sociocientíficas e ao desenvolvimento de uma postura crítica frente aos problemas sociais contemporâneos. O ensino de ciências atual enfatiza a necessidade de abordar temas que envolvem dilemas éticos e políticos, questões ambientais e debates científicos atuais, dimensões que não são consideradas na ferramenta original dos CAD, mas que são assumidas na adaptação do Instrumento CAD para o ensino das ciências. A seguir, apresenta-se a adaptação/construção desse Instrumento Critério de Adequação Didática para análise dos processos de instrução no Ensino de Ciências para o critério de adequação epistêmica já que o objeto de conhecimento da área das Ciências da Natureza é distinto da área da Matemática.

Destacamos o **critério de adequação epistêmica**. Este critério se relaciona aos conhecimentos disciplinares relativos ao contexto institucional. Para esse critério, assumimos quatro componentes: representatividade, erros conceituais e procedimentais, ambiguidades e variedade de atividade.

O componente **representatividade** para o ensino de ciências está relacionado às diversas formas de apresentação do conteúdo científico. A representatividade no ensino de ciência assume um lugar de destaque, pois as estratégias que o professor seleciona para

apresentar a ciência pode ou não gerar o engajamento dos estudantes. Este componente propõe guiar nosso olhar para conhecer como o professor oportuniza a construção do conhecimento científico nas aulas. E, principalmente, nos fazer refletir sobre nossas práticas pedagógicas na tentativa de evitar incoerências, como sinalizam Gil-Perez e colaboradores:

Faria sentido pensar que, tendo nós uma formação científica (Biologia, Física, Química, Geologia, ...) e sendo nós professores de ciências, deveríamos ter adquirido e, portanto, estaríamos em situação de transmitir – uma imagem adequada do que é a construção do conhecimento científico. No entanto, numerosos estudos têm mostrado que tal não acontece e que o ensino, incluindo o ensino universitário, transmite, por exemplo, visões empíricas indutivistas da ciência que se distanciam largamente da forma como se constroem e produzem os conhecimentos científicos (Gil-Perez *et al.*, 2001, p. 125).

Como vimos, nós professores do Ensino de Ciências podemos apresentar alguns equívocos ao ensinar as ciências a nossos alunos, pois grande parte dos conteúdos científicos configuram-se como complexos e abstratos.

Na área das Ciências, as representações são mecanismos de promoção de significados, elas são representantes de objetos e, portanto, configuram uma linguagem que possibilita a compreensão de fenômenos e a discussão sobre eles.

No caso dos conteúdos científicos estes podem ser representados por diferentes níveis como macroscópico, microscópico, submicroscópico e simbólico (Fernandes; Locatelli, 2021). Este é um dos motivos por que as disciplinas científicas são consideradas difíceis e complexas para grande parte dos estudantes. Isso por que, durante a explicação de um conteúdo científico o professor transita entre os diferentes níveis, e os alunos precisam compreender essa transição para acessar o conhecimento. Segundo Fernandes e Locatelli (2021) o acesso, a transição e a direção dos níveis representacionais ou a combinação entre os níveis é que vão auxiliar os alunos a desenvolverem o entendimento dos fenômenos científicos.

O componente representatividade é composto por quatro descritores, definidos a seguir.

- a) O primeiro descritor diz a respeito aos **tipos de objetivos: conceituais, procedimentais e atitudinais.**

Quando falamos de objetivos conceituais estamos nos referindo sobre aquilo que os alunos precisam saber sobre o conteúdo. Já os objetivos procedimentais, estão relacionados aos conteúdos que ensinam a fazer e os objetivos atitudinais são conteúdos responsáveis pela formação do ser.

A literatura da área de ensino de ciências informa que para que ocorra uma alfabetização científica é necessário, além da aprendizagem de conceitos, o desenvolvimento de habilidades experimentais e a resolução de problemas, o desenvolvimento de atitudes e valores e a construção de uma imagem de ciência (Sasseron, 2018).

Acreditamos que quando o professor considera os três tipos de objetivos em seu planejamento didático, ele pode contribuir com o desenvolvimento do pensamento científico. De acordo com Guimarães e Falcomer (2013), além da aprendizagem de conceitos, a educação científica tem como finalidade o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio científico.

Sobre os objetivos procedimentais eles por desígnio tornarem os alunos participantes do próprio processo de construção do conhecimento científico (Pozo; Crespo, 2009). E o ensino por investigação é uma prática que favorece o desenvolvimento desses conteúdos, já que o ensino por investigação favorece a compreensão de conceitos pois traz a possibilidade de o aluno participar de seu processo de aprendizado ativamente, favorecendo a ação e interação com o objeto de estudo (Azevedo, 2010). Porém, adotar atividades investigativas por meio de experimentos como forma de desenvolver conteúdos procedimentais requer mais do que a simples manipulação de reagentes e vidrarias, ela solicita procedimentos de caráter mais cognitivo e investigativo (Zômpero e Laburú, 2011)

Sobre os objetivos atitudinais, de acordo com El-Hani e Mortimer (2007), para que os alunos mudem suas atitudes frente a ciência, eles precisam se aproximar do conhecimento científico para que possam desenvolver comportamentos com consciência, fruto da reflexão sobre normas e valores, para isso os professores devem utilizar, mais do que discursos éticos, mas estratégias que levem a reflexões e elaborações complexas de caráter.

b) O segundo descritor está relacionado ao **uso da resolução de problemas**.

A resolução de problemas dentro do ensino de ciências, significa o estudo de temas de natureza contextual que podem estar relacionados a fenômenos naturais ou tecnológicos, questões ambientais, ou seja, temas articulados à Educação da Ciência, Tecnologia e da Sociedade, buscando a conscientização para estimular, nos estudantes, posicionamentos críticos diante de sua realidade (Delizoicov, 2001).

Segundo Meneses (2015), a resolução de problemas pode ser caracterizada como campo metodológico ou como campo epistemológico. Metodológico porque, permite que o ensino seja orientado por situações do contexto, a construção de concepções científicas adequadas e pelo desenvolvimento de atitudes científicas. E como campo epistemológico porque, permite compreender a ciência como empreendimento humano focado em problemas empíricos ou conceituais que promovem o conhecimento teórico e prático da ciência.

Outros autores que também defendem o uso da resolução de problemas para o ensino de ciências (Cachapuz *et al.*, 2005), afirmam que os professores quando apresentam o conhecimento já elaborado, sem antes realizarem um trabalho de problematização, podem provocar deformação na visão de ciências pelo ensino. Isso ocorre porque, segundo Cachapuz *et al.* (2005), os professores acabam se esquecendo que,

(...) “todo o conhecimento é a resposta a uma questão” Bachelard (1938), a um problema. Este esquecimento dificulta captar a racionalidade do processo científico e faz com que os conhecimentos apareçam como construções arbitrárias. (Cachapuz *et al.*, 2005, p. 49).

Essas deformações no ensino acabam provocando o desinteresse nos alunos pelo estudo da ciência e causando obstáculos para a aprendizagem de outros conceitos.

Desenvolver atividades de cunho problematizador é mais do que o desenvolvimento de habilidades manuais ou procedimentais, ou da execução de experimentos, pois isso vai além na busca incessante por atividades nas quais o aluno estabeleça hipóteses, proponha soluções, compreenda o processo percorrido e faça inferências sobre as conclusões encontradas (Deitos; Gracia; Strieds, 2020).

- c) O terceiro descritor diz respeito à **exigência conceitual do conteúdo**, ele trata da profundidade e complexidade com que o professor apresenta o assunto ou conceito aos alunos.

Defendemos que o professor da área de ciência da natureza deve, ao trabalhar o conteúdo, conhecer o nível de desenvolvimento cognitivo dos seus estudantes para que ele possa adequar seu ensino ao estágio de desenvolvimento do aluno.

Conforme os estudos vygotskyanos, que mostram que as atividades devem respeitar a *zona de desenvolvimento proximal* do aluno, ou seja, não deve transpor sua capacidade

cognitiva, e sim organizar-se de modo que o aluno possa alcançar, gradativamente, um nível mais elevado ou mais abstrato a partir do qual reflete, contando com a orientação do professor.

Dentro desta organização e considerando o ensino de ciências situa-se, por exemplo, a linguagem cotidiana e a linguagem científica. Sabemos que a linguagem, para Vygotsky (1991) é uma ferramenta de interação que deve estar ao alcance de todos, possibilitando ao aluno compreender o conteúdo científico.

Os conceitos ou conteúdos vão da simples memorização para uma interpretação, análise e conexão com outros saberes, mobilizando o pensamento abstrato e a capacidade de explicar fenômenos e resolver problemas, essencial para o desenvolvimento cognitivo e a autonomia intelectual (Galian, 2011).

Nos estudos de Vygotsky (1991) sobre a formação de conceitos, propõe que a formação de conceitos, incluindo os conceitos científicos, não é um processo mecânico, mas um desenvolvimento dinâmico mediado pela linguagem e pela cultura, evoluindo do pensamento complexo (concreto) para o conceito verdadeiro (abstrato). Conceitos científicos são aprendidos formalmente, partindo do abstrato para o concreto, complementando os conceitos cotidianos.

Vygotsky (1991) propõe três etapas importantes para a aprendizagem dos conceitos. A primeira é o conjunto sincréticos que são agrupamentos desorganizados, baseados em impressões subjetivas. O segundo é o pensamento complexo que a organização baseada em conexões concretas e objetivas, mas ainda sem a lógica abstrata completa. E por fim, os conceitos verdadeiros que são de alto nível de abstração, síntese e generalização, onde o aluno utiliza o conhecimento científico para resolver problemas novos.

Segundo Vygotsky (1991) a aprendizagem ocorre pela mediação cultural e a linguagem e a interação social são fundamentais para que o conhecimento aconteça. Vygotsky (1991) utilizou um método que ele denominou de método da dupla estimulação que é um método para observar o processo de formação de conceitos, focando em como os sujeitos utilizam instrumentos e signos para organizar o pensamento.

No entanto, precisamos considerar o nível de conhecimento do indivíduo esse nível Vygotsky denominou de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), ideia essencial para o ensino de ciências. A ZDP indica a diferença entre o que o aluno faz sozinho e o que faz com a mediação, promovendo a transição do pensamento concreto para o científico. A aprendizagem

de conceitos em ciências requer, portanto, uma ponte entre o conhecimento prévio e a estrutura lógica do conceito científico, que se consolida com a mediação pedagógica.

d) O quarto descritor está relacionado aos **modos de representar os conceitos científicos**.

A linguagem verbal é o modo mais utilizado em sala de aula para explicar o conteúdo. No entanto, existem outras formas de representar tais como: desenhos, fórmulas, simbólica, gráfica, gestos, diagrama, experimental, imagem, modelo entre outras. Os modos de representação são inseparáveis do pensamento científico (Laburú; Silva, 2011).

De acordo com Silva e Silva,

as representações devem ser estudadas e pesquisadas no contexto do ensino para que possam ser utilizadas (ou mais bem utilizadas) em favor de uma aprendizagem mais expressiva, sobretudo porque as Ciências da Natureza, fazem uso extensivo de modelos próprios, ou seja, de representações simplificadas e idealizadas de um mundo real para mobilizar e divulgar o conhecimento científico (Silva; Silva, 2019, p. 15).

Sobre os modos de representação Silva e Silva (2019) nos questiona ao perguntar “por que usamos um se podemos usar distintos modos de representar? Nesse processo de enculturação científica, o professor deve estabelecer conexões entre representações distintas, já que o conhecimento científico envolve diversos tipos de representações. Essas conexões podem envolver o concreto e o abstrato, o macroscópico e o microscópico, ou o teórico e o empírico.

Ao criar conexões significativas, é importante que o professor use diferentes formas de explicar o mesmo conteúdo. Para isso, ele pode recorrer a diversas maneiras de representação, usar um vídeo, gráficos e diagramas, como usar símbolos, desenhos, imagens, a leitura de textos ou a leitura de um artigo científico, usar modelos, equações, fórmulas, entre outras formas para explicar um conteúdo.

Laburú e Silva, nos lembra que “a natureza do conhecimento científico está vinculada a um tipo particular de linguagem que deve empregar uma variedade de representações e utilizar diversos modos discursivos para comunicá-las” (Laburú; Silva, 2011, p. 7). No ensino de ciências, usar diferentes formas de explicação pelo uso de diferentes representações é uma atividade essencial do pensamento, pois ajuda os estudantes a relacionar e associar conceitos, criando conexões mais sólidas e compreensivas.

Larubú, Arruda e Nardi (2003) defendem que dentro da sala de aula os professores devem desenvolver múltiplas abordagens no ensino de ciências. Inspirados por Feyerabend que propõem a ideia do pluralismo metodológico, de acordo os autores, o ensino pluralista é uma estratégia didática potencialmente mais eficaz para a aprendizagem, pois considera a complexidade e a diversidade da sala de aula. Ainda de acordo com essa visão, os professores aos assumirem uma prática pluralista estariam considerando os diferentes estilos de aprendizagem (holistas, serialistas, competitivos, sociais, etc.), motivações e histórias de vida cognitivas e emocionais dos alunos. Como sabemos, dentro da sala de aula temos uma heterogeneidade de pensamentos e usar as diferentes formas para explicar um conteúdo, pode contribuir com as diferentes formas de aprendizagem, pois cada pessoa aprende de maneiras diferentes.

O próximo componente é **erros conceituais e procedimentais**. Esse componente relaciona-se com a apresentação dos conceitos e das ideias científicas, e com a forma de explicar do professor que não se ajusta ao conteúdo. Também se relaciona com procedimentos experimentais.

Os erros conceituais e procedimentais são denominados por Gil-Perez *et al.* (2001) como deformações do ensino de ciências. Essas deformações estão ligadas diretamente ao docente, cuja visão rígida, aproblemática e ahistórica e que, portanto, seria dogmática e fechada, transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc., e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual nem as perspectivas que, entretanto, se abrem.

Cuja prática muitas vezes dificulta a captação, bem como a compreensão da racionalidade de todo o processo e empreendimento científicos. Trata-se de uma concepção que o ensino da ciência reforça por omissão. De fato, os professores de ciências, tanto ao serem entrevistados como ao resolverem diferentes tipos de questões relativas à forma de introduzir os conhecimentos científicos, não fazem referência aos problemas que estão na origem da construção de tais conhecimentos. Isto é, a visão que transmitem, em geral, incorre implicitamente numa visão aproblemática; e o mesmo se pode constatar nos livros de texto (Fernández, 2000).

Outra visão deformada sinalizada por Gil-Perez *et al.* (2001), refere-se à visão que transmite uma imagem descontextualizada, socialmente neutra da ciência: esquecem-se as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) e proporciona-se uma imagem deformada dos cientistas como seres “acima do bem e do mal”, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções. Embora, nos últimos anos, os meios de comunicação social frequentemente tenham feito eco de notícias acerca de, por exemplo, problemas do meio ambiente provocados por determinados desenvolvimentos científicos, não submetidos ao “princípio de prudência”, temos podido constatar que uma elevada percentagem de professores não tem em consideração essa dimensão da atividade científica.

É um componente que busca guiar as reflexões para o “pensar sobre” os conhecimentos, as melhores estratégias, as competências e as habilidades específicas para a docência da ciência na escola. Este componente é formado por três descritores.

- a) O primeiro descritor fala sobre o **uso de exemplos e das diferentes formas de explicação do conteúdo.**

A explicação do conteúdo incorpora o procedimento didático do trabalho docente que é esperado e desejado pelos alunos, em consequência, é o elemento estruturante básico do processo ensino-aprendizagem na sala de aula (Silva, 2002).

Muitos professores, durante suas aulas já se depararam tentando explicar algum conteúdo a partir de diferentes pontos de vista e também pelo uso de exemplos do cotidiano para que seus alunos compreendessem o assunto.

Sobre o uso de exemplos podemos afirmar que é uma estratégia que os professores utilizam na tentativa de facilitar o entendimento do conteúdo pelos estudantes, relacionando o assunto com algum fenômeno do cotidiano para contextualizar os conteúdos, buscando uma aproximação entre a teoria e o dia a dia dos estudantes, com o intuito de provocar o entendimento e interesse pelo estudo do conteúdo. Em outras palavras, “para que uma explicação científica forneça entendimento sobre o mundo, ela deve reduzir fenômenos não-familiares aos familiares” (Custódio; Cruz; Pietrocola, 2011, p. 189).

Silva (2002) defende o uso de exemplos como uma forma adequada de explicar um conteúdo afirmando que,

(...) a explicação do conteúdo, para ser eficaz, precisa conter exemplos da vida prática. Ou seja, é preciso mostrar ao aluno as possíveis alternativas que um determinado conteúdo pode oferecer para a compreensão das realidades com as quais ele se depara, independentemente da sua natureza (Silva, 2002, p. 203).

O uso de exemplos também serve para diferenciar uma concepção do senso comum de uma ideia científica. De acordo com Custódio, Cruz e Pietrocola (2011), o objetivo de uma explicação pode influenciar o processo de geração e avaliação do conhecimento científico, resultando na diferenciação entre a ciência e o senso comum.

A explicação de como ocorrem os fenômenos da natureza é justamente um dos objetivos da ciência. Ao longo da história da humanidade, o homem sempre buscou entender e explicar os fenômenos do mundo: a constituição dos corpos, o movimento dos astros, a formação da chuva, as tempestades, as mudanças de estações, a formação do dia e da noite, o relâmpago e o trovão, entres outros tantos fenômenos que povoaram a imaginação humana.

Aos poucos essas explicações místicas e fantasiosas foram substituídas por explicações racionais, baseadas na experimentação e na verificação, dando lugar as explicações científicas. Dessa forma,

(...) as explicações que a ciência oferecia permitiram um grande domínio sobre a natureza, por meio das hipóteses propostas, testadas, provadas e aprovadas pela prática coletiva. Assim, a ciência ofereceu uma forma diferente de explicar e entender o mundo (Custódio; Cruz; Pietrocola, 2011, p. 180).

Essa forma diferente de explicar e entender o mundo requereu usar uma forma particular de linguagem, a linguagem científica que emprega uma variedade de representação que “é inseparável de simbolismos que lhe são próprios e que são usados para representar as ideias científicas constituintes das leis e teorias envolvidas com os fenômenos naturais e seus objetos” (Laburú; Silva, 2011, p. 8).

Podemos afirmar, portanto, que as ciências naturais criaram sua linguagem própria cujo significado é acessível apenas aos iniciados. Por isso, Lemke (1997) afirma que aprender Ciência significa aprender a falar a linguagem da Ciência.

A linguagem da ciência implica aprender a usar as representações abstratas e simbólicas, no entanto, “as experiências de aprendizagem em sala de aula mostram que as representações constituem uma atividade difícil de adquirir para a grande maioria dos alunos” (Laburú; Silva, 2011, p. 8). Isso ocorre porque, nesse processo de aprendizagem da linguagem da ciência e consequentemente das representações, os professores das ciências não refletem sobre essa

questão, e acabam desconsiderando o valor instrucional dos símbolos. Por isso precisamos nos atentar no modo como explicamos os conteúdos científicos pois, “fatores como a habilidade do professor em explicar conceitos abstratos e o aluno em desenvolver a habilidade de compreender tais explicações” (Fernandes; Locatelli, 2021, p. 8), podem ser os grandes obstáculos do ensino e aprendizagem das ciências.

Pesquisas nos indicam que a *transição entre representações* é uma atividade importante da construção do pensamento científico, pois favorece que elas sejam ligadas e associadas, criando conexões.

Quando o professor não ensina a transição entre as representações ele cria obstáculos de aprendizagem. A transição entre representações envolve produzir significado usando combinações de modos de representação, incluindo representações verbais, visuais e simbólicas. Assim, podemos depreender que o uso de diferentes modos de explicação de um mesmo conteúdo científico é uma forma que o professor deve utilizar para ensinar conceitos científicos em sala de aula e assim promover a aprendizagem de significados em seus alunos.

b) O segundo descritor trata da **discussão dos resultados da aula experimental**.

Há um consenso dentro da área de educação em ciências que a realização da experimentação nas aulas de ciências é uma estratégia ou recurso importante para o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos científicos (Lopes; Pastorio; Ramos, 2024; Galiazzi; Gonçalves, 2004; Giordan, 1999; Gonçalves, 2009; Goncalves; Marques, 2009; Silva; Zanon, 2006; Hodson, 1994).

As discussões sobre a abordagem da experimentação no ensino de ciências nas escolas iniciam-se no pós-guerra, quando o ensino de Ciências passa a ser visto como elemento importante para o desenvolvimento de tecnologias. No Brasil, a inclusão da experimentação ocorreu durante a reforma promovida pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura que, trouxe para nosso país materiais didáticos dos Estados Unidos e da Inglaterra que traziam os experimentos, com ênfase na formação de cientistas e ao método científico, passam a serem amplamente defendido e adotados (Maldaner; Boer; Rosa, 2023).

Vários trabalhos descrevem essa trajetória histórica, marcada por mudanças, reformas e consolidação do ensino de ciências e da experimentação em nosso país (Galiazzi *et al.*, 2001; Maldaner; Boer; Rosa, 2023; Marandino, 2002; Rosa; Rosa, 2012; Sato; Magalhães, 2006)

Desde então, o tema da experimentação no Ensino de Ciências vem recebendo muita atenção, com algumas críticas sobre os resultados alcançados (Galiazzi *et al.*, 2001).

Entre as críticas está a experimentação demonstrativa cujo objetivo é conceber a experimentação apenas como comprovação de teoria; experimentação cuja visão é positivista/empirista, que concebe o aluno como um “mini cientista”, que executa rigorosamente o método científico, observa minuciosamente o fenômeno e descobre os conceitos; ainda hoje podemos encontrar professores com concepções empirista/indutivista (Deitos; Garcia; Strieder, 2020; Rosa; Rosa, 2012).

Ao mesmo tempo, há um consenso que a experimentação é uma atividade fundamental na construção dos conceitos científicos. Desde que não seja o único recurso, já que o processo ensino-aprendizagem em ciências é complexo e envolve múltiplos saberes, daí a importância do pluralismo metodológico.

Reconhecemos que existe uma grande distância entre um experimento escolar e o experimento científico, no entanto, conforme Marandino, Selles e Ferreira (2009), dentro do contexto escolar processo de experimentação não pode desconsiderar completamente os elementos identificadores da ação científica, uma vez que, além desta ser a base da explicação didática e ser um grande atrativo para a aprendizagem, as atividades práticas realizadas dentro do contexto escolar conservam traços tais como: habilidades; aprender a levantar hipóteses, testá-las e refutá-las; elaborar questões; planejar a investigação; trabalhar em grupo, algo muito importante na construção social do conhecimento, etc. (Marandino; Sales; Ferreira, 2009).

Para esses pesquisadores, uma atividade experimental pode adquirir um caráter investigativo na medida em que possibilita ao aluno não só a manipulação ou observação, mas também a reflexão, a discussão, o questionamento, bem como o desenvolvimento de habilidades como argumentação, interpretação, análise de dados, entre outros fatores.

Acreditamos que a experimentação é um meio importante para o ensino e aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. O último descritor do trata da **construção e uso de modelos** o uso de modelos no ensino de ciências é fundamental para tornar fenômenos abstratos, complexos ou microscópicos e submicro em representações visuais e concretas, com o objetivo de facilitar a aprendizagem significativa e a compreensão dos alunos. Eles podem atuar como pontes entre a teoria e a realidade, já que permite a visualização de

estruturas invisíveis (átomos, moléculas, células) ou fenômenos complexos, tornando o aprendizado mais acessível.

Uma conceituação histórica, modelo é um desenho, um diagrama, um esboço, uma ilustração, um objeto concreto, uma estrutura matemática (modelo simbólico), um software de computador, uma cópia de alguma coisa (modelo icônico). no sentido epistemológico o modelo pode ser equiparado a qualquer estrutura, seja concreta ou abstrata, que visa de algum modo representar aspectos de uma determinada realidade, fato ou coisa, ou fenômeno, mas sem nunca a alcançando completamente. (Burger, 1974)

O terceiro componente, a **ambiguidade** está relacionada as práticas que podem gerar equívocos e incertezas de significados dúvidas causadas pela comunicação e que pode levar a mais de uma interpretação. O contexto para esse componente tem um lugar de destaque, que aqui em particular são as salas de aula de ciências. Portanto, a ambiguidade é um tipo de incerteza de significado na forma de uma característica semântica,

De acordo com Lemke (1997), a Ciência, como um processo social, tem seu modelo semântico, isto é, seu significado próprio e as aulas de Ciências são o espaço de introdução dos alunos a essa “comunidade de pessoas que falam” (Lemke, 1997. p. 13), fazem e escrevem Ciência. Isso porquê, aprender ciência significa aprender a falar a linguagem da ciência, para isso, o estudante deve conhecer e entender os significados das linguagens pertinentes à Ciência (Driver *et al.*, 1999; Lemke; 1997; Mortimer, 1998).

O último componente do critério de adequação epistêmica é o componente **variedade de atividades**. Propomos para este componente somente um descritor.

- a) O descritor **variedade de tarefa** trata-se da diversidade (ou não) de atividades que o professor propõe aos seus alunos.

Sabemos que a tarefa escolar possui uma variedade de objetivos, dentre eles temos a consolidação da aprendizagem, o desenvolvimento de habilidades cognitivas (raciocínio, memória, atenção, linguagem), de habilidades socioemocionais (responsabilidade, disciplina, autonomia, organização), além de permitir que professores identifiquem as dificuldades e conseqüentemente prepare os alunos para as avaliações.

Segundo Santos (2015), a diversificação das tarefas é importante por que, cada tipo de tarefa solicita do aluno o desenvolvimento de determinada habilidade, já que. “A solicitação de

um mesmo tipo de atividade pode criar automatismos mediante repetições e padronizações” (Santos, 2015, p. 154). Os alunos precisam se sentir desafiados pela atividade, do contrário podem não se engajarem nas tarefas escolares e, assim não obter um bom desempenho.

E para mobilizar esses e outros objetivos diversos é necessário que os alunos sejam expostos as mais diferentes tarefas, para que mobilizem diferentes esquemas mentais, modelando seu conhecimento.

As atividades do livro didático são as atividades que os professores mais exploram (Krasilchik, 2008; Carneiro *et al.*, 2003), eles preferem esse recurso pois exigem menos esforço. A autora segue afirmando que, “o docente por falta de autoconfiança, de preparo, ou por comodismo, restringe-se a apresentar aos alunos” as atividades do livro didático (Krasilchik, 2008, p. 184).

Quando se opta por não diversificar as tarefas perdemos a oportunidade de explorar as habilidades e de desafiar os estudantes. Nos limitamos a não ensinar a resolver os problemas (Gil-Perez *et al.*, 1999). E assim, os alunos não enfrentam situações desconhecidas, escolhemos soluções que são familiares, que não geram dúvidas, nem exigem tentativas. “O objetivo do professor é que o aluno veja claramente o caminho, ou em outras palavras, tentamos transformar um problema em um não problema” (Gil-Perez *et al.*, 1999, p. 314, nossa tradução).

E quando é solicitado que esse aluno resolva uma atividade diferente das habituais tarefas, essa pequena mudança lhe causa dificuldades insuperáveis levando ao rechaço.

Como já foi apresentado anteriormente, aprender Ciência, significa aprender a falar a linguagem da Ciência e para que isso ocorra, se faz necessário o contato do estudante com os diferentes modos de observar, analisar e representar fenômenos e a natureza. Por isso é importante que as atividades desenvolvidas em sala de aula sejam variadas para que proporcionem oportunidades para que os estudantes possam ler, falar e pensar cientificamente. Ao discutir e compartilhar suas opiniões, ao escrever explicações e argumentar com o outro, a aprendizagem da ciência se tornará indissociável da aprendizagem da linguagem científica (Mortimer; Scott, 2002; Mortimer, 1998), requerendo dos estudantes diferentes modos de explorar o conteúdo

Para cada uma das seis dimensões foram organizadas na forma de um instrumento, os componentes e seus descritores. Nessa construção, atribuímos valores aos descritores com o

objetivo de tornar os critérios analiticamente operacionais na prática pedagógica. Os valores dos descritores variam entre Forte (F+), Médio (M) e Fraco (F-). O nível Forte indica que o descritor foi totalmente atendido pela prática instrucional. Um nível Médio indica que ele foi parcialmente atendido, e o nível Fraco significa que a prática instrucional não atende aquele descritor.

## REFERÊNCIAS

ALVES, M.; BEGO, A. M.. A celeuma em torno da temática do planejamento didático-pedagógico: Definição e caracterização de seus elementos constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 20(u), 71–96, 2020. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u7196>.

ARGUEDAS–MATARRITA, Carlos; CONCARI, Sonia Beatriz; GIACOMONE, Belén. La idoneidad didáctica de los laboratorios remotos como recursos para la enseñanza y aprendizaje de la Física. **Revista de Enseñanza de la Física**, n. 29, p. 511-517, 2017.

ARZOLA, G. A., BREDA, A., SÁNCHEZ, A.; LIMA, R, V. M.. Proporcionalidade e porcentagens na Educação Básica: análise e proposta de melhora de uma unidade didática. **Revista Eletrônica de Educação**, 18(1), e6544118-e6544118, 2024.

AZEVEDO, M. C. P. S. de. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da educação, 2019.

BREDA, Adriana; FONT, Vicenç; LIMA, Valderez Marina do Rosário. A noção de idoneidade didática e seu uso na formação de professores de matemática. **JIEEM – Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**. IJSME – **International Journal for Studies in Mathematics Education**, v.8(2), p.1-41, 2015.

BREDA, Adriana. **Melhorias no ensino de matemática na concepção de professores que realizam o mestrado profmat no Rio Grande do Sul: uma análise dos trabalhos de conclusão de curso**. Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2016.

BREDA, Adriana; BOLONDI, Giogio; SILVA, R. de A. Enfoque Ontossemiótico da Cognição e Instrução Matemática: um estudo metanalítico das teses produzidas no Brasil. **Revemop**. v3, p 202, 26 jul, 2021.

BUNGE, M. **Teoria e Realidade**. Editora Perspectiva, São Paulo, 1974.

CACHAPUZ, A; et al. **A necessária renovação no ensino de ciências**. São Paulo. Cortez, 2005.

CALLE, E; BREDA, A; FONT, V. Las complejidad de los objetos matemáticos de la formación inicial de docentes. In.: Lugo, Armenta, J.; Pino-Fan, L; Pochulu, M.; Castro, W. **Enfoque onto-semiotico del conocimiento y la instrucción matemática: investigaciones y desarrollos em America Latina**. Osono: Editorial Universidad de los Lagos, p, 335 – 354, 2022.

CALLE, E., BREDA, A. Reflexión sobre la complejidad de los objetos matemáticos en la formación inicial de profesores. En D. Aguilar, M. Cobos, L. C. Cortés, & E. Campozano

(Eds), **La investigación educativa en un mundo en constante transformación** (pp. 29-50), 2019. ASEFIE.

CARNEIRO, Maria Helena da Silva; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza; CARDOSO, Emerson Gomes. A Inovação do Livro Didático de Ciências e a Visão dos Professores: Análise da Visão dos Professores de um Livro Didático de Química Inovador. **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2003.

CUSTÓDIO, J. F.; CRUZ, F. F. de S.; PIETROCOLA, M.. Explicações Científicas, Explicações Escolares e Entendimento. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.4, n.2, p.179-204, nov., 2011. ISSN 1982-153

DEITOS, D.; GRACIA, G. M. P.; STRIEDER, D. M. Aspectos epistemológicos da experimentação no ensino de ciências. *Revista Prática Docente*, Confresa, v. 5, n. 2, p. 950-968, maio/ago. 2020. Disponível em: [periodicos.ifmt.edu.br](http://periodicos.ifmt.edu.br).

DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e Problematizações. In: **Ensino de Física: Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Mauricio Pietrocola (organizador). Florianópolis: Ed. da UFSC, pp 125 a 150, 2001.

DRIVER, R.; EASLEY, J. Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, Leeds, v. 5, n. 1, p. 61-84, 1999. <https://doi.org/10.1080/03057267808559857>.

EL-HANI, C. N.; MORTIMER, E. F. Multicultural education, pragmatism, and the goals of science teaching. **Cultural Studies of Science Education**, Berlin: Springer, n. 2, p. 657-702, set. 2007

ESQUÉ, D.; BREDÁ, A. Valoración y rediseño de una unidad sobre proporcionalidad utilizando la herramienta Idoneidad Didáctica. **Uniciencia**, 35(1), 38-54, 2012.

FERNANDES, B. G.; LOCATELLI Solange Wagner. Acesso e Transição nos Níveis Representacionais durante a Construção de Modelos Explicativos acerca de Interações Intermoleculares. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências RBPEC**, e20017 | 1-29, 2021. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u225253>.

FERNADEZ, 2000

FONT, V., PLANAS, N., GODINO, J. D. Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. **Infancia y Aprendizaje**, 33(1), 89-105, 2010. <https://doi.org/10.1174/021037010790317243>

FRANZEN, T. **O Estudo de Aula no contexto da formação de professores na Educação Popular: uma análise a partir dos Critérios de Idoneidade Didática**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul Instituto de Matemática e Estatística Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, 157f., 2022.

GALIAN et al., A recontextualização e o nível de exigência conceitual do conhecimento escolar, **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 763-778, dez. 2011. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022011000400006>

- GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P.; Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, 7, 249, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200008>.
- GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. *Química Nova*, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n2/19283.pdf>
- GIL- PEREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J.C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.
- GIL-PÉREZ, Daniel; et al. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.
- GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, v. no 1999, n. 10, p. 43-49, 1999.
- GODINO, Juan. D., BATANERO, Carmem.; FONT, Vicenç. The onto-semiotic approach: implications for the prescriptive character of didactics. **For the Learning of Mathematics**, 39(1), 37- 42, 2008.
- GODINO, J. D., BENCOMO, D., FONT, V.; WILHEMI, M. R. Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas. **Paradigma**, 27(2), 221-252, 2006
- GODINO, Juan Díaz. Indicadores de idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. **XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática (CIAEM-IACME)**, Recife, Brasil, 2011.
- GODINO, J. D. Origen y aportaciones de la perspectiva ontosemiótica de investigación en Didáctica de la Matemática. In.: ESTEP, A.; CONTRERAS Á.; DEULOFEU J.; (Eds.). **XVI Investigación en Educación Matemática**. Jaén: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, p. 49 – 68, 2012. Diponível em: [http://www.ugr.es/~jgodino/eos/origen\\_EOS\\_Baeza\\_2012.pdf](http://www.ugr.es/~jgodino/eos/origen_EOS_Baeza_2012.pdf).
- GODINO, J. D. Construyendo un sistema modular e inclusivo de herramientas teóricas para la educación matemática. In: Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos – II CIVEOS. Granada, 2017.
- GODINO, J. D. Categorías de Análisis de los conocimientos del Profesor de Matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, vol 5, nº 20, 2009.
- GODINO, Juan Díaz.; BATANERO, Carmen.; FONT, Vicenç. Um enfoque ontosemiótico do conhecimento e a instrução matemática. **Acta Scientiae** – Revista de Ensino de Ciências e Matemática, Canoas, v. 10, n. 2, jul./dez., p. 07- 37, 2008.

GONÇALVES, F. **A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos formadores de professores de química**. 2009. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GONÇALVES, F.; MARQUES, S, C. Narrativas acerca da prática de ensino de química: um diálogo na formação inicial de professores. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 121-127, 2009.

GUIMARÃES, E. M. e FALCOMER, V. A. S. Conteúdos atitudinais e procedimentais no ensino da metamorfose de borboletas. *Enseñanza de las ciencias*, núm. Extra, p. 2292-2296, 2013. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307837>. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

GROßMANN, Leroy; KRÜGER, Dirk. Assessing the quality of science teachers' lesson plans: Evaluation and application of a novel instrument. **Science Education**, v. 108, ed. 1, 1–37, 2023. DOI: 10.1002/sce.21832.

GUSMÃO, T. C. R. S.; FONT, Vicenç. Ciclo de Estudo e desenho de tarefas. *Educação Matemática Pesquisa*. São Paulo, v. 22, n. 3, p. 666-697, 2020. Disponível em: [https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/50704/pdf\\_1](https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/50704/pdf_1) Acesso em: 12 dez. 2023

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de la laboratório. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n 3, p. 299-313, 1994.

HUMMES, V., BREDÁ, A., FONT, V.; SECKEL, M. J. Improvement of Reflection on Teaching Practice in a Training Course That Integrates the Lesson Study and Criteria of Didactical Suitability. **Journal of Higher Education Theory & Practice**, 23(14), 2023.

HUMMES, Viviane Beatriz; BREDÁ, Adriana; SECKEL, María José. A metodologia Lesson Study e os Critérios de Idoneidade Didática: Desenvolvimento da competência reflexiva na formação de professores de matemática. Em *Avances en Ciencias de la Educación y del Desarrollo / organização: Noelia Ruiz-Herrera, Alejandro Guillén-Riquelme y María Guillot-Valdés*. **7th Internacional Congress of Educational Sciences and Development**. Granada, España, 2019.

KRASILCHIK, M. P. *Prática de ensino de biologia*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2008. LEMKE, J. I. (1997). *Aprender a hablar ciencia Lenguaje, aprendizaje y valores*. Paidós: Barcelona-Espanha. ISBN: 84-493-0320-6

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. Multimodos e múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 16, p. 7-33, 2011.

LABURU, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003

LEMKE, J. *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Grupo Planeta (GBS), 1997.

LOPES, E da S; PASTORIO, D P; RAMOS, M. G.. Tendências de pesquisa sobre Experimentação na Educação em Ciências: um estudo exploratório. **Revista Insignare Scientia**, Cerro Largo, v. 7 n. 1, p. 41-62, jan. 2024.

MALET, O.; GIACOMONE, B.; REPETTO, A. M.. La Idoneidad Didáctica como herramienta metodológica: desarrollo y contextos de uso. **Revemop**, Ouro Preto, Brasil, v. 3, e202110, p. 1-23, 2021. Doi. 10.33532/revemop.e202110 e ISSN 2596-0245.

MALDANER, L. L. N.; BOER, N.; DA ROSA, C. T. W.. Ensino de Ciências nos Anos Iniciais: perspectivas históricas e práticas. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Brasil, v. 6, n. 3, p. 8–26, 2023. DOI: 10.36661/2595-4520.2023v6n3.13658. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/13658>. Acesso em: 11 fev. 2026

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo, Ed. Cortez, 2009.

MARANDINO, Martha. **Tendências teóricas e metodológicas no Ensino de Ciências**. São Paulo, USP, 2002.

MORAIS, Rafael Pedroso; BEGO, Amadeu Moura; GIORDAN, Marcelo. Investigação dos Impactos do Processo de Elaboração, Aplicação e Reelaboração de Sequências Didáticas na Racionalidade Prevalente acerca do Planejamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências RBPEC**, 21, e25813, 1–32, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u531562>.

MARTINS, A. C.; DA SILVA TINTI, D.; DA SILVA, J. F.; BREDA, A. (2024). Evidências do uso do Critério de Adequação Interacional no planejamento de aulas sob a perspectiva da Gamificação: um estudo com futuros professores de Matemática. **Paradigma**, e2024005-e2024005, 2024.

MENESES, F.M.G. **A compreensão de reações químicas como um sistema complexo a partir da discussão dos erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio**. (doutorado). Universidade Federal do Rio grande do Norte, PPG- Química, 288f, 2015

MORALES-MAURE, L.; DURÁN-GONZÁLEZ, R. E.; PÉREZ-MAYA, C.; BUSTAMANTE, M.. Hallazgos en la formación de profesores para la enseñanza de la matemática desde la idoneidad didáctica. Experiencia en cinco regiones educativas de Panamá. **Revista Inclusiones**, 6(2), 142-162. 2019.

MORALES-LÓPEZ, Y., BREDA, A.; FONT, V. Articulation between a technological model and an educational model to deepen the reflection of prospective mathematics teachers. **International Journal of Educational Methodology**, 10(3), 479-494, 2024.

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phillip. Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.7, n.3., 2002. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>. Acesso em: 17 mar. 2024. » <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>

MORTIMER, E. F.. Sobre chamadas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In: CHASSOT, Ático; OLIVEIRA, Renato José de (Orgs.). **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998. p. 99-118.

PARRA-BERMÚDEZ, Francisco Javier; ÁVILA GODOY, Ramiro. Hacia una idoneidad didáctica en una clase de Física. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 9, n. S1, p. 205-1-205-7, 2015.

POCHULU, M., FONT, V.; RODRÍGUEZ, M. Desarrollo de la competencia en análisis didáctico de formadores de futuros profesores de matemática a través del diseño de tareas. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa-RELIME**, 19(1), 71-98., 2016. Doi: 10.12802/relime.13.1913.

POZO, J. I.; CRESPO, M.A.G.A **Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRESMEG, N. Semiotics in Mathematics Education. In S. Lerman (Ed.), **Encyclopedia of Mathematics Education**. London, U.K: Springer, pp. 538-542. doi: 10.1007/978-94-007-4978-8, 2014.

ROSA, C.T.W.; ROSA, Á.B.R. O ensino de ciências (física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, 58 (2), 1-24, 2012

SANTOS, Wilson L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v.12, n. 36, p.474-492, 2007.

SANTOS, K. N. dos. **A instrução da tarefa: uma análise de aulas de química como contribuição à MODELIZAÇÃO DO ENSINO**. (Dissertação) Programa de Pós-Graduação em Educação Científica de Professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, 77F, 2015.

SASSERON, Lúcia H. Ensino de Ciências por Investigação e o desenvolvimento de práticas: Uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. RBPEC, p. 1061–1085. Dez, 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/445/263>. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

SATO, L.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O. Investigação das dificuldades dos professores de ciências com relação à prática de ensino por meio da experimentação. **EDUCERE – Revista da Educação**, Umuarama, vol. 6, n.1, p.35-47, jan./jun., 2006.

SECKEL, M. J.; FONT, V. Competencia reflexiva en formadores del profesorado en matemáticas. Magis, **Revista Internacional de Investigación en Educación**, 12(25), 127-144, 2020. Doi 10.11144/Javeriana.m12-25.crfp.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Orgs.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

SILVA, M. da. Explicação do conteúdo: elemento estruturante da aprendizagem eficaz. **Cadernos de Pesquisa**, n. 115, p. 195-205, março/ 2002.

SILVA, J. C.; SILVA. Adjane da Costa Tourinho. A dimensão epistêmica do discurso de um professor de Química no ensino de propriedades coligativas. **Revista electrónica de investigación en educación en cienciaS**, nº1, p. 14-29, jul, 2019

SILVA, Lenice de Arruda Silva; ZANON, Lenir Basso. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, Roseli Pacheco; ARAGÃO, Rosália M. R. De (Orgs.). **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens**. São Paulo, Ed. CAPES/UNIMEP, 2000. p.120-153.

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional Petrópolis: Vozes, 2002.

TEIXEIRA, Paulo M. M; MEGID, Jorge Neto. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017.

VYGOTSKY, L. **Pensamento e linguagem**. 3.ed. São Paulo: M. Fontes, 1991

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio–Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dessa sessão, apresentamos quatro artigos produzidos durante a realização dessa pesquisa e que procuram evidenciar a apropriação e adaptação que fizemos do instrumento CAD para o Ensino de Ciências, bem como sua aplicação em pesquisas empíricas. O primeiro artigo foi publicado nos anais do XXII Encontro Nacional de Ensino de Química em 2024 sob o título “Uma análise didática do ensino de conservação de alimentos na Educação Química baseada no Critério de Idoneidade Epistêmica”<sup>3</sup>, o segundo foi submetido a revista Química Nova na Escola sob o título “O Instrumento de Adequação Didática como estímulo a reflexões sobre a atividade docente: o caso das ligações químicas”, o terceiro artigo: Indicadores que regem o planejamento e a prática pedagógica de química com base nos Critérios de Adequação Didática submetido revista Revemop e quarto e último manuscrito tem como título: Práticas pedagógicas com contexto investigativo: critérios atribuídos por duas professoras que lecionam Biologia e Física aguardando para ser submetido.

---

<sup>3</sup> <https://www.even3.com.br/anais/xxii-encontro-nacional-de-ensino-de-quimica-397660/816032-uma-analise-didatica-do-ensino-de-conservacao-de-alimentos-na-educacao-quimica-baseada-no-criterio-de-idoneidade->

## 4. UMA ANÁLISE DIDÁTICA DO ENSINO DE CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS NA EDUCAÇÃO QUÍMICA BASEADA NO CRITÉRIO DE IDONEIDADE EPISTÊMICA<sup>4</sup>

### 4.1. Introdução

A didática das ciências é definida por Joshua e Dupin (1993) como

[...] a ciência que estuda, para um domínio particular (aqui das ciências), os fenômenos de ensino, as condições de transmissão, da cultura própria à uma determinada instituição (singularmente definida aqui como instituição científica) e as condições de aquisição por um aprendiz (p. 3).

Estudos sobre a didática das ciências naturais frequentemente a limitam a uma função puramente instrumental dentro da pedagogia (Cachapuz et al., 2001; Torres; Badillo, 2007). Segundo Torres e Badillo (2007, p. 87), isso resulta em um ensino de ciências que se torna estritamente operacional, em que a didática é subutilizada e os professores são vistos como simples “operários do sistema educacional”. Para estes autores, a formação continuada dos educadores e os currículos acabam nutrindo esse modelo tecnicista e operacional do ensino de ciências, perpetuando a abordagem tradicional do ensino e aprendizagem em ciências.

Segundo Astolfi e Develay (1990), a didática das ciências é uma ciência que se ampara em diversos campos de conhecimento científico e, apesar de ter surgido da didática geral, produz um conhecimento próprio, com uma consistente base epistemológica com o objetivo de esclarecer o processo de aculturação científica. Na busca desse esclarecimento, Aguiar Jr. (2001) afirma que esse processo é longo e complexo:

[...] mediado pela ação e intervenção docente e construído sobre uma dialética entre continuidade e rupturas do pensamento científico em relação ao senso comum, que permeia as concepções dos alunos e suas estratégias para resolver problemas colocados pela realidade cotidiana (2001, p. 2).

Em muitos casos, no entanto, os educadores tendem a apresentar aos alunos informações científicas sem relação com a realidade em que vivem (Santos, 2007) e com a própria essência da ciência (Lopes, 1997). Esse tipo de prática reflete uma didática das ciências superficial e instrumental, que reforça a visão de uma ciência neutra, objetiva e que basta seguir o método científico.

---

<sup>4</sup> Artigo publicado nos anais do XXII Encontro Nacional de Ensino de Química. Anais...Belém (PA) UFPA, 2024. Disponível em: [www.even3.com.br/anais/xxii-encontro-nacional-de-ensino-de-quimica-397660](http://www.even3.com.br/anais/xxii-encontro-nacional-de-ensino-de-quimica-397660). ISBN: 978-65-272-0993-5. DOI: doi.org/10.29327/9786527209935.

Sasseron (2018) argumenta que dentro das salas de aula de uma escola no Brasil, o quadro que se apresenta são aulas nas quais “as lições de Língua Portuguesa, Matemática, História, Geografia, Ciências e de todas as demais disciplinas pouco se diferem entre si para além dos conteúdos” (p. 1065). Segundo ela, a dinâmica que se apresenta é: “o professor apresenta o tema, exemplifica, tira dúvidas e propõe atividades de fixação e os estudantes anotam e respondem aos pedidos do docente” (p.1065). Em sala de aula, por exemplo, quase nada é explorado sobre as práticas e normas que caracterizam a construção de conhecimento em uma determinada área disciplinar, e a abordagem das disciplinas fica restrita aos tópicos conceituais que a constituem, sem fomentar reflexões, ações e práticas específicas dessas disciplinas (Sasseron, 2018).

Cachapuz e colaboradores (2001) chamam nossa atenção para a perigosa crença de que para ensinar ciências é suficiente ter conhecimentos científicos e alguma prática, pois essa crença limitante pode se converter num “obstáculo para o desenvolvimento de um novo corpo de conhecimento” (p. 170) para a didática das ciências. Uma forma de evitar esse obstáculo, segundo os autores, é uma formação teórica adequada e sustentada na epistemologia das ciências; somente assim, é possível a integração entre o conhecimento científico e o conhecimento pedagógico (Cachapuz *et al.*, 2001). Ao reconhecer a importância dessa integração é que muitos países começaram a valorizar em suas propostas curriculares os resultados das investigações na didática das ciências (Cachapuz *et al.*, 2001), com a criação de cursos que visam inserir aos professores novas perspectivas de ensino e nas investigações recentes, para que possa construir uma prática mais voltadas às tendências contemporâneas de ensino.

#### **4.2. Critérios de Adequação Didática**

A noção de critérios de adequação didática é um construto teórico proposto por pesquisadores e educadores matemáticos implicados com a formação de professores. Mais especificamente, eles se perguntam qual conhecimento didático-matemático o professor deve ter para ensinar matemática (Breda; Font; Lima, 2015). Originalmente, os critérios de adequação didática fazem parte da teoria do Enfoque Ontossemiótico do Conhecimento e da Instrução em Matemática (EOS) (Godino, 2011). Baseado em um levantamento de investigações sobre o desenvolvimento do modelo de análise desenvolvido pelo EOS, dentre eles o instrumento de adequação didática, Breda, Bolondi e Silva (2021) afirmam que este é um

instrumento poderoso para organizar as reflexões e avaliações dos processos de instrução que são realizados pelos professores.

Segundo Godino, Batanero e Font (2019), os critérios de adequação didática devem ser entendidos como regras de correção que devem ser aplicadas quando se pretende chegar a um consenso ao que pode ser considerado o melhor para a educação matemática. O EOS propõe seis critérios, que são apresentados no Quadro 8, junto com seus componentes. Em seu conjunto, esses critérios compõem um instrumento de análise teórico-metodológico para a prática pedagógica, e seu uso permite tanto avaliar os processos de ensino e aprendizagem como também indicar possíveis intervenções na prática, visando seu aperfeiçoamento.

Quadro 8 – Critérios de Idoneidade Didática

| <b>Critérios</b>        |  | <b>Componentes</b>  |
|-------------------------|--|---|
| Idoneidade epistêmica   | Permite avaliar se o conteúdo ensinado é adequado.   | Representatividade, erros (conceituais e procedimentais), ambiguidades; variedade de atividade. |
| Idoneidade cognitiva    | Permite avaliar se aquilo que se pretende ensinar está ao nível cognitivo dos alunos, e após o ensino, se a aprendizagem adquirida está próxima do que se pretendia ensinar. | Conhecimentos prévios, adaptação curricular, aprendizagem e demandas cognitivas.                |
| Idoneidade de interação | Permite avaliar se as interações resolvem as dúvidas e dificuldades dos alunos.  | Interação aluno-aluno e aluno-professor; autonomia, avaliação formativa.                        |
| Idoneidade afetiva      | Permite avaliar o envolvimento (interesses e motivações) dos alunos durante o ensino.  | Emoções, interesse e necessidade, atitudes e valores.   |
| Idoneidade de meios     | Permite avaliar a adequação dos recursos materiais e do tempo disponível para o ensino.  | Recursos materiais, número de alunos e tempo.   |
| Idoneidade ecológica    | Permite avaliar a adequação do ensino ao projeto educativo da escola, às   | Adaptação curricular, relações inter e intradisciplinar, relações entre ciências, tecnologia e  |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | diretrizes curriculares e às condições do contexto social. | sociedade (relações CTS) e história e filosofia das ciências. |
|--|--|---|

Fonte: Adaptado de Godino; Batanero e Font, 2019

O uso desse instrumento exige a definição de componentes e descritores que são observáveis na prática pedagógica, e que permitem avaliar o grau de adequação de cada um destes critérios em uma prática específica. É esse sistema de indicadores que serve de guia para a análise e avaliação das adequações didáticas, que pode ser aplicada a processos de ensino em qualquer nível educacional.

É com base nos resultados positivos de pesquisas da educação matemática que, desde 2020, estamos desenvolvendo estudos sobre a incorporação dos critérios de adequação didática no ensino de ciências. Na adaptação que realizamos levamos em consideração aspectos e características que são consensuados pela didática das ciências, como: o ensino por investigação (Sasseron, 2018), a inclusão de temas sociocientíficos (Santos, 2007), o uso da experimentação (Giordan, 1999), o levantamento das concepções prévias e o perfil conceitual (Mortimer, 1992), as interações discursivas em sala de aula (Mortimer; Scott, 2002), o ensino contextualizado e interdisciplinar (Wartha; Silva; Bejarano, 2013), entre outras tendências apontadas por pesquisas da área (Cachapuz et al., 2001).

Neste artigo apresentamos resultados preliminares de uma pesquisa em andamento cuja questão é: Quais as potencialidades dos Critérios de Adequação Didática para a formação de professores de Ciências? Nele apresentamos um estudo de caso cujo objetivo foi aplicar o instrumento critério de adequação didática na análise de uma sequência didática no ensino de química.

### 4.3. Metodologia

Esta é uma pesquisa qualitativa e envolve a análise de uma sequência didática no ensino de química pelo critério de adequação epistêmica. As participantes dessa pesquisa foram duas professoras licenciadas em química, ambas mestras pelo Mestrado Profissional em Química, fazem parte do quadro efetivo da Secretaria Estadual de Educação da Bahia e têm 21 e 17 anos de docência. Em 2020, as professoras, junto com outros professores da área de Ciências da Natureza, participaram do Projeto Ciências na Escola, cujo objetivo era o planejamento, desenvolvimento e avaliação de sequências didáticas para o ensino de ciências fundamentadas nos critérios de adequação didática. As professoras trabalhavam na mesma unidade escolar, e planejaram e desenvolveram de forma conjunta uma sequência a partir do tema “conservação

dos alimentos”. A sequência totalizou seis aulas, cada aula com duração de 50 minutos com um total de cinco horas e foi aplicada em uma turma de 40 alunos do 1º ano do Ensino Médio Técnico em Nutrição. Nos resultados e sua discussão utilizaremos P1 e P2 para identificar as professoras.

No Quadro 9, apresentamos o desenho das atividades planejadas e desenvolvidas pelas professoras durante a sequência didática.

Quadro 9 – Desenho da sequência didática

| <b>Aula-Data</b>          | <b>Enfoque Metodológico</b> | <b>Descrição da Atividade</b>   |
|---------------------------|-----------------------------|---|
| Aulas 1 e 2 -<br>20/11/22 | Atividade Experimental      | O objetivo dessa aula foi o estudo dos conservantes através do escurecimento da maçã. Essa atividade foi desenvolvida no laboratório da escola, a turma foi dividida em cinco grupos, cada grupo recebeu um roteiro com algumas orientações. As professoras prepararam previamente os reagentes, instrumento e vidrarias utilizadas no experimento.   |
| Aulas 3 e 4 -<br>28/11/22 | Aula Expositiva Dialogada   | O objetivo dessa aula foi apresentar os conceitos sobre o tema conservantes de alimentos através da leitura de um texto, uso de uma apresentação slide e leitura de rótulos de alimentos que os alunos e professoras levaram para a aula, identificando a quantidade de conservantes e aditivos num determinado produto, a nomenclatura, discutindo questões sobre segurança alimentar, conservantes naturais, saúde e desperdício alimentar. |
| Aulas 5 e 6 -<br>06/12/22 | Atividade Autódromo         | A atividade de autódromo foi uma estratégia avaliativa utilizada pelas professoras com o objetivo de obter informações sobre o assunto trabalhado. É uma atividade que se caracteriza como um jogo de perguntas e respostas, desenvolvida na biblioteca da escola. A turma foi dividida em quatro grupos, cada grupo recebeu três placas com as letras A, B e C que correspondia a alternativas de respostas para questões                    |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | que as professoras prepararam previamente. Uma das professoras lia a pergunta e depois as alternativas. Os alunos deveriam dentro do grupo, buscar a resposta. Eles tinham um tempo para discutir em grupo qual a resposta para a questão. Ao sinal da P1, os alunos levantavam uma das placas. No quadro, P2 anotava as respostas das equipes. As professoras atribuíram um valor a cada questão respondida corretamente. |
|--|--|--|

Fonte: Autora

Para o registro dos dados foi utilizada uma câmera de vídeo, totalizando 221,95 minutos de gravações. Todas as aulas foram transcritas e as transcrições foram segmentadas em unidade temática.

A idoneidade epistêmica diz respeito aos conhecimentos disciplinares relativos ao contexto institucional e à distribuição dos diversos componentes de seu conteúdo no tempo pedagógico. Trata também de questões relacionadas com a organização e estrutura do conhecimento (Santos; Mortimer, 2019). Com o objetivo de operacionalizar os critérios e observar a variação do descritor na prática pedagógica, Santos e Santos (2024) atribuem valores que variam entre Forte (F+), Médio (M) e Fraco (F-). O nível Forte indica que o descritor foi totalmente atendido pela prática. Um nível Médio indica que ele foi parcialmente atendido, e o nível Fraco significa que a prática não atende aquele descritor. Nos Quadros 10 a 13, a seguir, apresentamos uma parte do instrumento critério de idoneidade epistêmica adaptado para o ensino de ciências.

#### Quadro 10 – Componente representatividade

| Nível | Descritores   |
|-------|---|
| F+    | A SD explora o uso de diferentes modos de representação dos conceitos (verbal, gráfica, simbólica, grandezas, de tratamento e de conversão entre eles). |
| M     | Não há muita variação no uso de diferentes modos de representação dos conceitos.  |
| F-    | A SD utiliza apenas um único modo de representação dos conceitos.   |

Fonte: Santos e Santos (2024)

#### Quadro 11 – Componente erros conceituais e procedimentais

| Nível | Descritores |
|-------|-------------|
|-------|-------------|

|    |   |
|----|---|
| F+ | A SD prevê algum tipo de atividade experimental e oportuniza a discussão dos resultados obtidos dessa atividade, relacionando-os corretamente com a(s) variável(eis) e conceitos abordados na SD. |
| M  | A SD prevê alguma atividade experimental, mas não há discussão dos resultados obtidos nem o estabelecimento de relação entre os resultados com a(s) variável(eis) e conceitos abordados na SD.    |
| F- | Não está prevista uma atividade experimental na SD ou se há seus resultados não são retomados nas explicações e discussões.   |

Fonte: Santos e Santos (2024)

Quadro 12 – Componente ambiguidade

| Nível | Descritores   |
|-------|---|
| F+    | A SD prevê o uso de exemplos e aplicações científicas, tendo como foco o cotidiano dos estudantes.  |
| M     | Os exemplos e aplicações científicas são distantes do contexto dos estudantes, limitando o alcance desses recursos didáticos para a aprendizagem. |
| F-    | Não há exploração de exemplos e aplicações científicas durante a SD.  |

Fonte: Santos e Santos (2024)

Quadro 13 – Componente variedade de tarefas

| Nível | Descritores   |
|-------|---|
| F+    | São realizadas uma variedade de tipos de atividades/tarefas, requerendo dos estudantes diferentes modos de explorar o conteúdo.     |
| M     | A SD prevê a realização de poucas atividades/tarefas diferentes envolvendo o conteúdo.  |
| F-    | Apenas um tipo de atividade/tarefa está previsto na SD. Apenas atividades/tarefas que suscitam a memorização estão previstas na SD. |

Fonte: Santos e Santos (2024)

#### 4.4. Resultados

- **Representatividade** – esse componente está ligado às formas de expressão de conceitos e procedimentos da ciência. Segundo Gil (2000, p. 12), representar significa, em outras palavras, “modelar conceitualmente”. Aprender a representar o conhecimento científico implica aprender os conceitos e teorias da ciência ressignificados nas diferentes formas

de representação utilizadas, o que confirma a importância desse componente na avaliação da dinâmica da sequência.

- **Quanto ao modo de representar os conceitos**

Para o descritor em análise, atribuímos um nível ‘Fraco’, pois em nenhuma das aulas foi observada uma ampla exploração de diferentes modos de representação do conhecimento. O texto que foi lido e discutido com os alunos durante a aula expositiva apresentava imagens do tipo fotografias e ilustrações, porém não observamos a presença de nenhum símbolo químico, ou de outras formas de representações visuais; tampouco o roteiro da aula experimental e as questões da atividade de autódromo exploravam representações do conhecimento químico. Todos os conceitos trabalhados durante a sequência foram apresentados de forma verbal, por meio das explicações das professoras, como no fragmento abaixo:

*se eu tenho uma substância que ela muda de cor de fato ocorreu uma transformação química, por exemplo, quando a gente está falando do sonrisal que começa a liberar um gás quando a gente coloca na água trabalhamos também a questão da aceleração da reação do sonrisal na água, numa temperatura ambiente e quando ele é colocado ao mesmo tempo num outro recipiente com água quente, será que vai dissolver na mesma velocidade? qual se dissolverá mais rápido? alguém lembra dessa questão? (P2, 28/11/2022)*

*novas substâncias são criadas quando a matéria passa por uma transformação química e a gente consegue formar produto por meio de reações então essas reações fazem com que as ligações químicas sejam quebradas ou formadas, mas os átomos que participam dessas reações são os mesmos, percebemos a ocorrência de uma transformação química pode aparecer com luz, com gás, com formação de partículas sólidas, com mudança de cor... (P1, 28/11/2022)*

- **Erros conceituais e procedimentais** – esse componente está relacionado com a apresentação dos conceitos e das ideias científicas, em que o modo de explicar não se ajusta ao conteúdo, e também com erros em procedimentos experimentais, mal uso do tempo e recursos materiais.

### **Quanto a realização de atividade experimental seu potencial em oportunizar a discussão dos resultados, relacionando-os corretamente com a(s) variável(eis) e conceitos abordados na sequência didática**

Avaliamos este descritor como ‘Médio’ já que as professoras o contemplaram apenas parcialmente. A atividade experimental, proposta pelas professoras, apresentou as características de uma atividade do tipo descoberta, na qual o conhecimento científico provém das experiências, cabendo ao aluno executar o procedimento e observar os seus resultados. Após a realização do experimento, as professoras proferiram alguns questionamentos com base nos resultados dos alunos, e compararam os resultados entre os grupos. Elas tentaram estimular uma discussão mais teórica, sem resultados significativos, pois os alunos ainda não haviam estudado o tema conservante. Além disso, durante a posterior aula expositiva, as professoras não resgataram nenhum resultado observado na aula experimental, não discutiram as questões colocadas por elas após o experimento e, como o relatório da aula experimental deveria ser entregue no final da unidade, as respostas dos alunos às perguntas postas não foram discutidas em sala de aula.

- **Ambiguidade** – este componente está relacionado com a explicação dos conceitos e ideias científicas, que constitui um gênero do discurso fundamental no ensino de ciências (Almeida, 2004; Mortimer; Scott, 2002). É por meio da explicação, por exemplo, que os fenômenos observados (formação de ferrugem, mudança da cor da maçã) são relacionados aos conceitos abstratos (equilíbrio químico, conservação de energia).

### **Quanto ao uso de exemplos e aplicações científicas, tendo como foco o cotidiano dos estudantes**

Atribuímos um nível ‘Forte’ pois P2 tenta explicar o que é uma transformação química, para isso a professora mostra por meio de imagens projetadas num slide, vários exemplos de misturas homogêneas e heterogêneas. No fragmento a seguir uma das professoras discute a diferença entre misturas heterogêneas e transformação química:

*nessa imagem vemos uma mistura é enxofre e ferro ali e ali é um ímã fazendo o processo de retirada do ferro separando o ferro do enxofre isso é uma mistura e não é uma transformação química, mas quando o ferro com enxofre é aquecido aí sim ocorre uma transformação química*

*no momento do aquecimento assim como o cozimento dos alimentos, por exemplo, aí ocorreu o aquecimento ali, não é? (P2, 28/11/2022)*

Na tentativa de explicar o que é uma transformação química as professoras mostram várias imagens projetadas num slide, e as compara. Em uma das imagens seus componentes podem ser separados fisicamente, na outra os alunos observam o exemplo de uma transformação química que ocorre quando esses componentes são aquecidos e ou reagem entre si. Ela destaca que o processo de separação de uma mistura não envolve mudança química entre seus componentes, mas que o aquecimento da mistura pode desencadear uma reação que transforma a mistura inicial em algo diferente. A contextualização do conhecimento é observada quando P2 utiliza exemplos, como o aquecimento de ferro e enxofre e o cozimento de alimentos, para ilustrar a ocorrência de uma transformação química. Mexer, esquentar, cozinhar, ferver são termos comumente usados por professores na tentativa de proporcionar contextos familiares aos alunos com o objetivo de tornar o assunto mais compreensível para eles.

Uma outra situação que observamos e que contribui para o nível 'Forte' foi o momento em que as professoras propuseram a leitura de embalagens de alimentos com o objetivo de problematizar sobre o uso de conservantes e aditivos, desperdício de alimentos, segurança alimentar e saúde, provocando a turma a refletir sobre o tema.

- **Variedade de tarefas**

**Quanto a variedade de tipos de atividades/tarefas que exploram o conteúdo por diferentes modos**

Atribuimos um nível 'Forte' ao descritor pois percebemos o desenvolvimento de atividades distintas voltadas para a construção do entendimento sobre o uso de conservantes em alimentos. As professoras usaram diferentes tipos de atividades e tarefas para explorar o conteúdo – a atividade experimental, em que os próprios alunos realizaram a manipulação e condução do experimento, observaram e discutiram seus resultados, colaborando entre eles, exploraram hipóteses para explicar os fenômenos observados; atividade de leitura de texto; leitura de rótulos em embalagens de alimentos; escrita de um relatório; no jogo autódromo, trabalharam a atenção, a memória, aspectos emocionais, entre outras habilidades.

#### **4.5. Discussão Dos Resultados**

Vimos que ao descritor *modo de representar os conceitos* atribui-se um nível Fraco. No ensino de química, explorar as diferentes formas de representação do conhecimento científico desempenham um papel fundamental no processo da alfabetização científica (Mendonça; Almeida, 2012). Já que aprender os conceitos envolve também compreender suas representações, modelos e teorias. Segundo Mendonça e Almeida (2012) as representações e modelos são, além de instrumentos de descrição, instrumentos de explicação científica e, portanto, são fundamentais para aquisição do conhecimento científico sobre o mundo. Para Wartha e Rezende (2017), o emprego de representações para átomos, moléculas, transformações químicas e mecanismos de reações, é uma forma de acrescentar algo novo ao que o aluno já possui e que pode ser interpretado como um processo de significação ou compreensão.

Em relação à realização da atividade experimental, muitas pesquisas defendem seu uso pelos professores nas escolas, pois contribuem para a construção do conhecimento científico pelos alunos (Giordan, 1999). No entanto, precisamos nos ater que a experimentação, por si só, não garante aprendizagem. Segundo Bizzo (2002), para que a experimentação tenha significado é necessário o acompanhamento pelo professor das discussões e explicações apresentadas pelos alunos sobre os resultados encontrados. A realização de atividades experimentais numa proposta em que o “aluno deixa de ser apenas um observador das aulas, muitas vezes, expositivas, passando a exercer grande influência sobre ela: argumentando, pensando, agindo, interferindo, questionando [...] fazendo parte da construção de seu conhecimento” (Carvalho; Lima, 1998, p. 47), essas são as bases para alfabetização científica.

Em relação ao *uso de exemplos e aplicações científicas*, os autores Wartha, Silva e Bejarano (2013) discutem sobre o uso dos termos contextualização e contexto no ensino de química. Os dois termos são utilizados, muitas vezes, como sinônimos o que implicaria reducionismos, havendo a necessidade, portanto, de assumirmos uma corrente teórica. Segundo Wartha, Silva e Bejarano (2013) o uso de situações do cotidiano é utilizado por muitos professores de química como um recurso para o ensino de conteúdos com vistas à aprendizagem de conceitos. Os autores, no entanto, fazem um alerta quanto a visões simplistas ou ingênuas em relação ao uso de exemplificações do conhecimento químico a fatos do cotidiano. Para eles, o estudo do cotidiano não deve ficar somente no campo da exemplificação de aspectos do dia a dia dos alunos, mas deve provocar reflexões e discussões sobre o conhecimento científico para que o estudante possa analisar, entender e julgar o que acontece com ele no âmbito físico e social. Em nossa análise adotamos o sentido de cotidiano como um recurso para além da associação de fenômenos e/ou fatos do dia a dia à explicações e descrição do conhecimento

científico, mas também as relações sociais, ambientais e políticas. Em nossas observações encontramos as duas situações apontadas por Wartha, Silva e Bejarano (2013), a primeira foi a associação ligada ao conceito com o uso do exemplo (cozinhar) para tentar explicar um conceito (reação química) e a segunda situação com a intenção de problematizar, com a proposta da atividade de leitura dos rótulos das embalagens de alimentos com o propósito de gerar debates entre os alunos, tentando estabelecer relações entre o conteúdo conservantes de alimentos a problemas da vida real dos estudantes.

E por fim, *a variedade de tipos de tarefas*. Segundo Seabra (2013) compete aos professores desenvolverem diferentes atividades ou tarefas para ensinar seus alunos, já que numa mesma sala de aula estão presentes alunos com distintos interesses, formas de expressão e ritmos de aprendizagem. Ao promover uma variedade de tipos de tarefas as professoras também possibilitam o desenvolvimento de diferentes habilidades e funções cognitivas, pois cada estudante tem o seu tempo e maneira de aprender. Além da oportunidade de avaliar o conhecimento de maneiras mais abrangentes. Numa mesma sala de aula, podemos ter aluno que aprende melhor ouvindo a professora ou outro colega enquanto outro, precisará ler o conteúdo, quando chegar em casa, para consolidar o aprendizado.

Ressalta-se que quando um descritor não é atendido, este resultado deve ser considerado à luz das contingências e imprevisibilidade da vida em sala de aula, o que requer do professor e dos demais agentes que compartilham a responsabilidade do processo educativo uma atitude de reflexão e investigação.

#### **4.6. Considerações Finais**

Este artigo apresenta resultados preliminares de uma pesquisa em andamento cuja questão é: Quais as potencialidades dos Critérios de Adequação Didática para a formação de professores de Ciências? Nossa hipótese é que o uso dos Critérios de Adequação Didática é um instrumento potente para a análise didática e, conseqüentemente, um indutor de reflexões sobre a prática, que permite avaliar e justificar o processo de ensino e indicar o que deve ser modificado com o objetivo de aperfeiçoá-lo.

Neste trabalho, nosso objetivo foi analisar uma seqüência didática de química usando o instrumento critério de adequação didática, especificamente o critério de adequação epistêmica. Este critério está relacionado ao desenvolvimento do conhecimento, a compreensão e habilidades profissionais, portanto, é um critério que está relacionado diretamente ao professor e conseqüente as suas concepções sobre a ciência. Ao analisar o critério de adequação epistêmica podemos identificar o modelo ou a teoria científica implementada em sala de aula.

Tais escolhas segundo Cachapuz *et al.* (2001), seriam marcadas por questões epistemológicas, históricas e didáticas dos professores de ciências.

Para Aragão (2000) as investigações sobre o ensino derivam da constatação de que a prática pedagógica dos professores de química revela suas concepções de ensino, aprendizagem e de conhecimento. Nem sempre essas concepções são explícitas, mas determinam o fazer docente. Para Schnetzler “o que um(a) professor(a) de Química ensina para seus alunos(as) decorre da sua visão epistemológica dessa ciência, do propósito educacional que atribui ao seu ensino” (p. 20, 2004).

A análise dos dados nos revela que os níveis Fraco e Médio atribuídos a prática das professoras podem estar associados a ausência da epistemologia da ciência e uma valorização de práticas simplistas relacionadas ao ensino e aprendizagem de ciências. De acordo com Cachapuz *et al.* essa ausência resulta “num sério e preocupante obstáculo para o desenvolvimento do conhecimento” (p. 170, 2001). Segundo os autores, uma alternativa a esse problema seria a difusão dos resultados da investigação didática o caminho mais coerente para construção/reconstrução dos novos conhecimentos didáticos. Para Schnetzler (2004) é através da aproximação dos professores às pesquisas, como princípio formador e como prática, a forma de superar a metáfora do professor como transmissor de conhecimento, “preferimos desenvolver uma nova metáfora, a do professor-pesquisador em uma prática reflexiva na ação e sobre a ação” (p. 53).

Para Cachapuz *et al.*, (2001) o professor ao

[...] associar a sua docência à investigação didática, não só obtêm melhores resultados com os seus alunos, como também a docência adquire para eles um novo interesse, uma nova motivação, gerando maior empenho e entusiasmo, sendo uma atividade aberta e criativa, promotora do seu crescimento profissional (p.171).

A melhora efetiva do processo de ensino e de aprendizagem em Química só acontece através da ação e do conhecimento do professor, o que requer um contínuo processo de aprimoramento profissional por meio da reflexão e da pesquisa sobre a sua própria prática pedagógica.

A sequência didática planejada pelas professoras com o tema conservação dos alimentos, analisada a partir do critério de adequação epistêmica, nos indica a necessidade de valorização das investigações da didática das ciências e rejeição de concepções simplistas relacionadas com o ensino e aprendizagem em ciências. Como afirmam Gil-Pérez *et al.*, (1999):

Se quisermos mudar o que professores e alunos fazem nas aulas de ciências, é preciso previamente modificar a epistemologia dos professores e sair em busca, em particular, de visões deformadas sobre o trabalho científico que atuam como verdadeiros obstáculos (1999, p 313, nossa tradução).

Segundo Grobmann e Krüger (2023), o planejamento de aulas é uma parte essencial do trabalho do professor, embora sejam poucas as evidências, os autores afirmam que o planejamento está associado a um ensino de alta qualidade. A ação de planejar não é mera formalidade, mas um processo progressivo e evolutivo, pois está diretamente ligada a reflexão sobre a prática. Grobmann e Krüger (2023) argumentam que quase não existem critérios cientificamente comprovados para a análise e avaliação de situações de ensino, portanto consideram necessário o desenvolvimento de instrumentos que possibilite a análise didática em ciências.

Podemos afirmar que instrumento critério de adequação, para o critério de adequação epistêmicas, se mostra um potente instrumento para a análise didática do planejamento e para a avaliação do processo de ensino, contribuindo também como um indicador para modificações e aperfeiçoamento do ensino de ciências e de química.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, Rosália M.R. Uma interação fundamental de ensino e de aprendizagem: Professor, aluno, conhecimento. In: SCHNETZLER, Roseli e ARAGÃO, Rosália M. R. (Orgs.). **Ensino de Ciências: Fundamentos e abordagens**. Campinas: R. Vieira Ed. p. 82-98, 2000.

AGUIAR Jr, Orlando G. de. **Modelo de ensino para mudanças cognitivas: instrumento para o planejamento do ensino e a avaliação da aprendizagem em ciências**. 294f., Doutorado (Tese de doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, 2001.

ASTOLFI, Jean-Pierre; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. Tradução Magda S. S. Fonseca. Campinas, SP: Papirus, 1990.

BIZZO, Nélio. **Ciências: Fácil ou Difícil**. São Paulo: Ática, 2002.

BREDA, Adriana; FONT, Vicenç; LIMA, Valderez. M. do Roger. A noção de idoneidade didática e seu uso na formação de professores de matemática. **JIEEM – Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática IJSME – International Journal for Studies in Mathematics Education** N° 1 – v.8(2), 2015.

BREDA, Adriana; BOLONDI, Giogio.; SILVA, R. de A. Enfoque Ontossemiótico da Cognição e Instrução Matemática: um estudo metanalítico das teses produzidas no Brasil. **Revemop**. v3, p 202, 26 jul, 2021.

CACHAPUZ, Antônio; PRAIA, João; GIL-PÉREZ, Daniel; CARRASCOSA, Jaime; MARTÍNEZ TERRADES, Isabel. A emergência da didáctica das ciências como campo específico de conhecimento. **Revista Portuguesa de Educação**, vol. 14, núm. 1, p. 155-195, 2001.

CARVALHO, Ana M. P.; LIMA, Maria da C. B. O falar, o escrever e o desenhar na construção de conceitos científicos. In: ALMEIDA, M. J. P. M.; SILVA, H. C. S. (Org.). **Linguagens, leituras e ensino da ciência**. Campinas: Mercado de Letras: Associação de Leitura do Brasil - ALB, 1998.

GIL, Fernando. Representar. In: **ENCICLOPÉDIA Einaudi**. Conhecimento. [s.l.]: imprensa Nacional, p.11-51, v.41, 2000.

GIL-PÉREZ, Daniel; et al. Tiene sentido seguir distinguendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Química Nova da Escola**, n.10, p.43-49, 1999.

GODINO, Juan. D. Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. In.: **Anais do XIII CIAEM-IACME**, Recife, Brasil, 2011.

GODINO, Juan. D., BATANERO, Carmem.; FONT, Vicenç. The onto-semiotic approach: implications for the prescriptive character of didactics. **For the Learning of Mathematics**, 39(1), 37- 42, 2019.

GODINO, J. D. Construyendo un sistema modular e inclusivo de herramientas teóricas para la educación Matemática. In: **Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos – II CIVEOS**. Granada, 2017.

GODINO, J. D. Categorías de Análisis de los conocimientos del Profesor de Matemáticas. **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, vol 5, nº 20, 2009.

GROßMANN, Leroy; KRÜGER, Dirk. Assessing the quality of science teachers' lesson plans: Evaluation and application of a novel instrument. **Science Education**. p. 1–37, 2023.

GUSMÃO, T. C. R. S; FONT, V. Ciclo de estudo e desenho de tarefas. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 666-697, 2020.

JOSHUA, Samuel; DUPIN, Jean-Jacques. **Introduction à la Didactiques des Sciences et des Mathématiques**. Paris: Presses Universitaires de France, 1993.

LOPES, Alice. R. C. Conhecimento escolar em química: processo de mediação didática da ciência. **Química Nova**, v. 20, n. 5, p. 563-568, 1997.

MENDONÇA, Fabricio M.; ALMEIDA, Mauricio. B. Modelos e Teorias para Representação: uma teoria ontológica sobre o sangue humano. In.: **Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação - XIII ENANCIB 2012**, Rio de Janeiro: Fiocruz, 2012.

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phillip. Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.7, n.3., 2002. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>>. Acesso em: 17 mar. 2024. »  
<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>

MORTIMER, Eduardo F.; Pressupostos Epistemológicos para uma Metodologia de Ensino de Química: Mudança Conceitual e Perfil Epistemológico. **Química Nova**, 15(3), p. 242-249, 1992.

SANTOS, Bruno F.; MORTIMER, Eduardo. F. Ondas semânticas e a dimensão epistêmica do discurso na sala de aula de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 1, p. 62-80, 2019.

SANTOS, Wilson L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v.12, n. 36, p.474-492, 2007.

SANTOS, Karina N.; SANTOS, Bruno F. **Enfoque Ontossemiótico no Ensino de Ciências** (no prelo).

SASSERON, Lúcia H. Ensino de Ciências por Investigação e o desenvolvimento de práticas: Uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. RBPEC, p. 1061–1085. Dez, 2018.

SEABRA, Cristina M. C. **As redes sociais e a aprendizagem de matemática baseada na resolução de problemas: um estudo de caso com alunos do ensino superior ---- Redes sociais e aprendizagem da matemática baseada na resolução de problemas: um estudo**

**de caso de estudantes do Ensino Superior.** 2013. Dissertação de mestrado. (Mestrado em Ciências da Educação Área de Especialização em Tecnologia Educativa) Universidade do Minho, Instituto de Educação. p. 181, 2013.

SCHNETZLER, Roseli P. A Pesquisa no ensino de Química e a importância da Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola** N° 20, nov., 2004.

TORRES, Adriana P. G.; BADILLO, Rômulo G. História, epistemología y didáctica de las ciencias: unas relaciones necesarias. **Ciência e Educação** (Bauru), v.13, n.1, p. 85-98, 2007.

WARTHA, Edson J.; REZENDE, Daisy de B. As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana. **Educação Química em Punto de Vista.** v. 1, n. 1, 2017.

WARTHA, Edson J.; SILVA, Erivanildo L. da; BEJARANO, Nelson. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, vol. 35, N° 2, p. 84-91, maio 2013.

## **5. O INSTRUMENTO DE ADEQUAÇÃO DIDÁTICA COMO ESTÍMULO A REFLEXÕES SOBRE A ATIVIDADE DOCENTE: O CASO DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS<sup>5</sup>**

### **RESUMO**

Desenvolvemos este trabalho para avaliar a potencialidade dos Critérios de Adequação Didática (CAD) como instrumento promotor de reflexões sobre a atividade docente de uma professora de Química. Para isso centramos o olhar em uma atividade experimental desenvolvida para introduzir o conteúdo de ligações químicas. Essa atividade experimental fez parte de uma intervenção didática planejada e replanejada pela professora com base nos CAD. Essa sequência didática foi implementada nos anos de 2021 e 2022 e foi gravada em áudio e vídeo. As avaliações da sequência, foram realizadas pela professora. Os momentos de avaliação também foram gravados e, em seguida, transcritos para facilitar a análise. Argumentamos que esta pesquisa se apresenta como pioneira no uso do Enfoque Ontossemiótico no Ensino de Ciências. Os resultados de nossa análise indicam que o Instrumento CAD é favorável para a identificação de aspectos da prática de ensino que poderiam ser modificados ou de elementos que poderiam ser introduzidos com o objetivo de aperfeiçoar o processo de ensino, além de promover e sistematizar as reflexões da professora sobre sua própria prática. Com isso, ressaltamos o caráter multidimensional do instrumento, que funciona como uma lente de aumento, ampliando o entendimento do que ocorre na sala de aula.

**Palavras chave:** Formação de professores de ciências; Critérios de Adequação Didática; Enfoque Ontossemiótico.

### **THE DIDACTIC ADEQUACY INSTRUMENT AS A STIMULUS FOR REFLECTION ON TEACHING ACTIVITY: THE CASE OF CHEMICAL BONDS**

#### **ABSTRACT**

We developed this study to evaluate the potential of the Didactic Adequacy Criteria (CAD) as an instrument for promoting reflection on the teaching activity of a chemistry teacher. To this end, we focused on an experimental activity developed to introduce the content of chemical bonds. This experimental activity was part of a teaching intervention planned and replanned by the teacher based on the CAD. This teaching sequence was implemented in 2021 and 2022 and was recorded in audio and video. The evaluations of the sequence were carried out by the teacher. The evaluation moments were also recorded and then transcribed to facilitate analysis.

---

<sup>5</sup> Artigo submetido a Revista Química Nova na Escola

We argue that this research is pioneering in the use of the Ontosemiotic Approach in Science Education. The results of our analysis indicate that the CAD Instrument is favorable for identifying aspects of teaching practice that could be modified or elements that could be introduced with the aim of improving the teaching process, in addition to promoting and systematizing the teacher's reflections on her own practice. Thus, we emphasize the multidimensional nature of the instrument, which functions as a magnifying glass, broadening the understanding of what occurs in the classroom.

**Keywords:** Science teacher training; Didactic Adequacy Criteria; Ontosemiotic Approach.

## 5. 1. Introdução

Ensinar é um processo complexo e carregado de imprevisibilidades, uma vez que não envolve apenas o conhecimento, mas uma rede de intencionalidades e de relações. Com isso, torna-se necessário refletir sobre os elementos que condicionam os processos de ensino e aprendizagem e os objetivos que se pretende alcançar. Desse modo, a reflexão sobre a prática na formação de professores, seja inicial ou continuada, é vista como uma noção estruturante para o desenvolvimento profissional docente, pois tem o potencial de guiar a análise dos processos de ensino e aprendizagem. Hummes *et al.* (2020) argumentam que a reflexão sobre a prática promove o aperfeiçoamento dessa prática.

Segundo Pimenta (1999), um bom professor é aquele que está em constante transformação, elaborando novos saberes a partir da articulação entre os saberes já adquiridos, da reflexão sobre aquilo que ele vivencia na prática e da troca de experiências com os seus pares. Para Hummes *et al.* (2020), adotar uma postura reflexiva sobre a própria prática é uma boa estratégia para que os professores consigam enfrentar as dificuldades de sua profissão. Para eles, a capacidade de questionar situações de sua própria prática pode contribuir com sua formação profissional e reforçar a sua autonomia docente.

Uma forma de contribuir com a formação de professores de ciências e, conseqüentemente, com o aperfeiçoamento dos processos de ensino e da aprendizagem é por meio do planejamento (Großmann e Krüger, 2024). Segundo esses pesquisadores, o planejamento desempenha um papel significativo para a formação do professor de ciências, sendo parte vital da competência docente. Eles também afirmam que, apesar das poucas evidências empíricas, é possível argumentar que o planejamento de aulas pode estar associado com o ensino de alta qualidade.

Neste trabalho nos apoiamos na noção de adequação didática, oriunda do campo da didática da matemática, proposta por Godino (2011, 2012) e demais integrantes do grupo de pesquisa *Teoría y Metodología de Investigación Matemática da Universidade de Granada n Espanha*. A idoneidade didática foi desenvolvida a partir da teoria do Enfoque Ontossemiótico do Conhecimento e da Instrução em Matemática<sup>6</sup>. A partir da noção de adequação didática é possível construir um instrumento analítico integrado por seis Critérios de Adequação Didática (CAD), com potencialidades para o planejamento e para a avaliação da atividade de ensino. Em nossa pesquisa, incorporamos esse instrumento para investigar sua potencialidade na formação de professores de Ciências da Natureza, já que ele inclui elementos comuns à Matemática e às Ciências da Natureza.

Este artigo traz a avaliação de uma professora de Química, ao planejar e desenvolver uma sequência didática com o conteúdo de Ligações Químicas. O objetivo foi avaliar o uso dos CAD como instrumento para análise didática no ensino das ciências da natureza e, principalmente, promover reflexões junto a essa professora, focando na atividade experimental que foi usada para introduzir esse conteúdo. Para tal, analisamos uma aula experimental que fez parte de uma unidade didática planejada e desenvolvida pela professora, em 2021 e em 2022. As análises dos CAD foram conduzidas em diálogo com a professora, nos dois momentos de implementação da unidade didática, e produziram um conjunto de reflexões sobre sua prática pedagógica que será explorado neste artigo.

## 5.2. Quadro Teórico

Os CAD são uma formulação teórico-metodológica que funciona como um conjunto de diretrizes para as atividades de planejamento, análise e reflexão de ações educativas (Godino, 2011). Os CAD compõem um instrumento que, de acordo com seus idealizadores, permite a mudança de uma didática descritiva para uma didática normativa ou, em outras palavras, para uma didática orientada para intervenção em sala de aula. Por meio da aplicação desse instrumento, os professores investigam sua própria prática, favorecendo, desse modo, a reflexão sobre o ensino e a aprendizagem visando mudanças e avanços nas práticas futuras. (Pino-Fan e Godino, 2015). Dessa forma, os CAD se caracterizam tanto como um instrumento avaliador da atividade docente, como orientador para o aperfeiçoamento dessa atividade.

---

<sup>6</sup> Para mais informações ver: <https://enfoqueontosemiotico.ugr.es/>

A Figura 1 retrata os critérios de adequação (*Facetas y componentes*) dos CAD, os componentes propostos para o campo da Educação Matemática, bem como os descritores de cada componente.

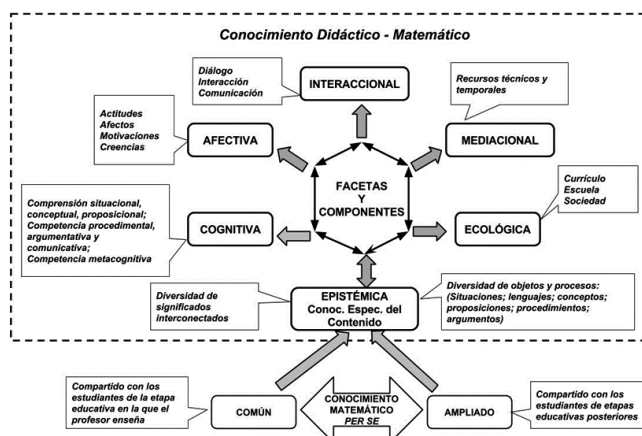


Figura 1: Critérios de adequação do conhecimento do professor

Fonte: Godino *et al.* (2016, p. 292)

Para este trabalho fizemos algumas adaptações dos CAD, visando simplificar o seu uso e torná-los adequados a investigações no ensino de ciências da natureza. As adaptações e sua relação com o ensino de ciências da natureza, bem como as componentes de cada uma das adequações são apresentadas no Quadro 1:

Quadro 1 – Adequações Didáticas e suas Componentes em Ciências da Natureza.

| ADEQUAÇÕES                    |   | COMPONENTES   |
|-------------------------------|---|---|
| <b>Adequação Epistêmica</b>   | Trata dos conhecimentos disciplinares relativos ao contexto instrucional e à distribuição de seus conteúdos no tempo.   | Representatividade; erros (conceituais e procedimentais); ambiguidades; variedade de atividade.   |
| <b>Adequação Cognitiva</b>    | Refere-se aos conhecimentos pessoais dos aprendizes e à progressão da sua aprendizagem.                                 | Conhecimentos prévios; adaptação curricular; aprendizagem; e demandas cognitivas.   |
| <b>Adequação de Meios</b>     | Envolve os recursos tecnológicos e a distribuição de tempo para as diferentes atividades e tarefas durante a instrução. | Recursos materiais; número de alunos; e tempo.  |
| <b>Adequação Ecológica</b>    | Relaciona-se com os contextos social, político e econômico que condicionam os processos de instrução e de estudo.       | Adaptação curricular; relações inter e intradisciplinares; <b>relações entre ciências, tecnologia e sociedade; e história e filosofia das ciências*</b> . |
| <b>Adequação Interacional</b> | Diz respeito aos padrões de interações entre professores e alunos e entre os alunos.                                    | Interação aluno-aluno e aluno-professor; autonomia; avaliação formativa.  |

|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| <b>Adequação Emocional</b> | Relaciona-se aos estados afetivos dos estudantes com relação aos objetos de conhecimento e aos processos de estudo. | Interesse e necessidade; atitudes e valores; emoções. |
|----------------------------|---|---|

Fonte: Adaptado de Godino, 2011

Conforme Breda *et al.* (2015), a operacionalização desses componentes depende da definição de um conjunto de descritores observáveis que permitam avaliar os níveis de adequação de cada um deles nos processos de ensino e de estudo. De forma a possibilitar que os critérios fossem observáveis na prática pedagógica foram necessárias adequações que estão detalhadas na seção metodologia.

### 5.3. Metodologia

A investigação realizada tem características de pesquisa qualitativa, uma vez que foca na interpretação e na análise de experiências e significados construídos pelos participantes, sem qualquer compromisso com variáveis que explorem quantidades. Além disso, os interesses dos pesquisadores recaem sobre o processo e não sobre os produtos. Por envolver a comunidade – pesquisador e pesquisado – e investigar determinados aspectos de uma situação real, com ampla interação entre o pesquisado e o pesquisador, trazendo conhecimentos para ambos, este estudo também assume características de pesquisa participante.

Esta investigação se deu a partir de estudo com um coletivo de professores de ciências, nos anos de 2020 e 2021, em um projeto de pesquisa intitulado: “Um estudo sobre sequências didáticas para o ensino de ciências baseado no uso dos Critérios de Idoneidade Didática.”. Para a consolidação dos estudos, a professora Tainá foi selecionada, sendo a primeira a completar o ciclo “planejamento – desenvolvimento – avaliação – replanejamento – desenvolvimento – avaliação” previsto pelo projeto. Nos encontros iniciais do grupo, a participante Tainá, assim como os demais participantes, foi apresentada aos CAD.

A professora é licenciada em Química, com mestrado em Educação Científica, e faz parte do quadro efetivo docente da rede estadual em uma cidade do interior da Bahia. Ela possui mais de 20 anos de experiência na docência e costuma colaborar com pesquisas desenvolvidas pelo grupo de pesquisa em Educação Científica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, e sua prática pedagógica já foi objeto de pesquisas anteriores.

As reflexões da professora que apresentamos neste trabalho foram reunidas nos anos de 2021 e 2022, durante o desenvolvimento de uma unidade didática sobre ligações químicas implementada por duas vezes, em uma escola pública, em turmas do 1º ano do Ensino Médio.

Tanto a turma de 2021 quanto a turma de 2022 tinham um total de 40 alunos matriculados. A coleta de dados envolveu a observação e o registro das unidades didáticas, cada uma delas com 10 aulas de 50 minutos. Todas as aulas foram registradas em áudio e vídeo, e em seguida transcritas para o levantamento de dados. A esses dados foram incorporados os registros feitos no caderno de campo.

Após a primeira implementação da sequência didática, em 2021, a professora e a pesquisadora realizaram a avaliação da unidade didática, por meio do instrumento CAD. Nessa avaliação foram retomados os componentes de cada adequação didática e os critérios propostos pelos pesquisadores. Esse momento também foi registrado em vídeo e, em seguida, transcrito. Posteriormente, a professora fez ajustes no planejamento da unidade didática, no que concerne ao método de trabalho, para a segunda implementação, em 2022.

A sequência didática iniciava com um *brainstorm* (explosão de ideias) para identificar as ideias prévias dos estudantes e com um experimento para inserir a ideia de propriedade dos materiais e a criação de modelos de ligação a partir dessas propriedades. A partir dessa introdução, a professora desenvolveu o conteúdo de ligações químicas e, para finalizar, os estudantes, em grupo, organizaram e apresentaram seminários curtos tendo como tema um elemento químico na sua ocorrência, propriedades e usos.

Esse experimento, que é o foco principal deste artigo, consistia em usar um circuito elétrico com um dos fios interrompido, de forma que o encontro dos fios provocava o acendimento de uma lâmpada que fazia parte do circuito. A lâmpada também acenderia se entre os fios interrompidos fosse colocado um objeto ou material condutor de eletricidade. No desenvolvimento do experimento foram testados vários materiais que a professora havia levado para a sala de aula, tais como fios de cobre, lâmina de ferro, cloreto de sódio sólido e em solução, açúcar sólido e em solução, sulfato de cobre sólido e em solução, água deionizada, água de torneira, plástico, vidro, entre outros materiais. O objetivo do experimento era identificar três propriedades diferentes nesses materiais (a. sólidos que conduzem; b. sólidos que só conduzem quando em solução; c. sólidos que não conduzem nem mesmo em solução e também líquidos que não conduzem). Esses três agrupamentos de materiais gerariam três modelos de ligações: metálica, iônica e covalente, que seriam desenvolvidas nas aulas seguintes.

Esse experimento foi realizado no laboratório da escola. Nesse espaço, posicionamos a câmera sobre uma bancada focalizando a professora e o desenvolvimento do experimento. Para

facilitar a leitura e o entendimento da análise dos resultados, utilizamos as siglas **UD1** para os dados coletados da unidade didática desenvolvida em 2021 e **UD2** para os dados coletados em 2022. Após o desenvolvimento da UD2, a professora, mais uma vez, realizou a avaliação da unidade reimplementada por meio do instrumento CAD, com acompanhamento e registro em vídeo desse processo.

O percurso metodológico está sintetizado na Figura 2, a seguir:

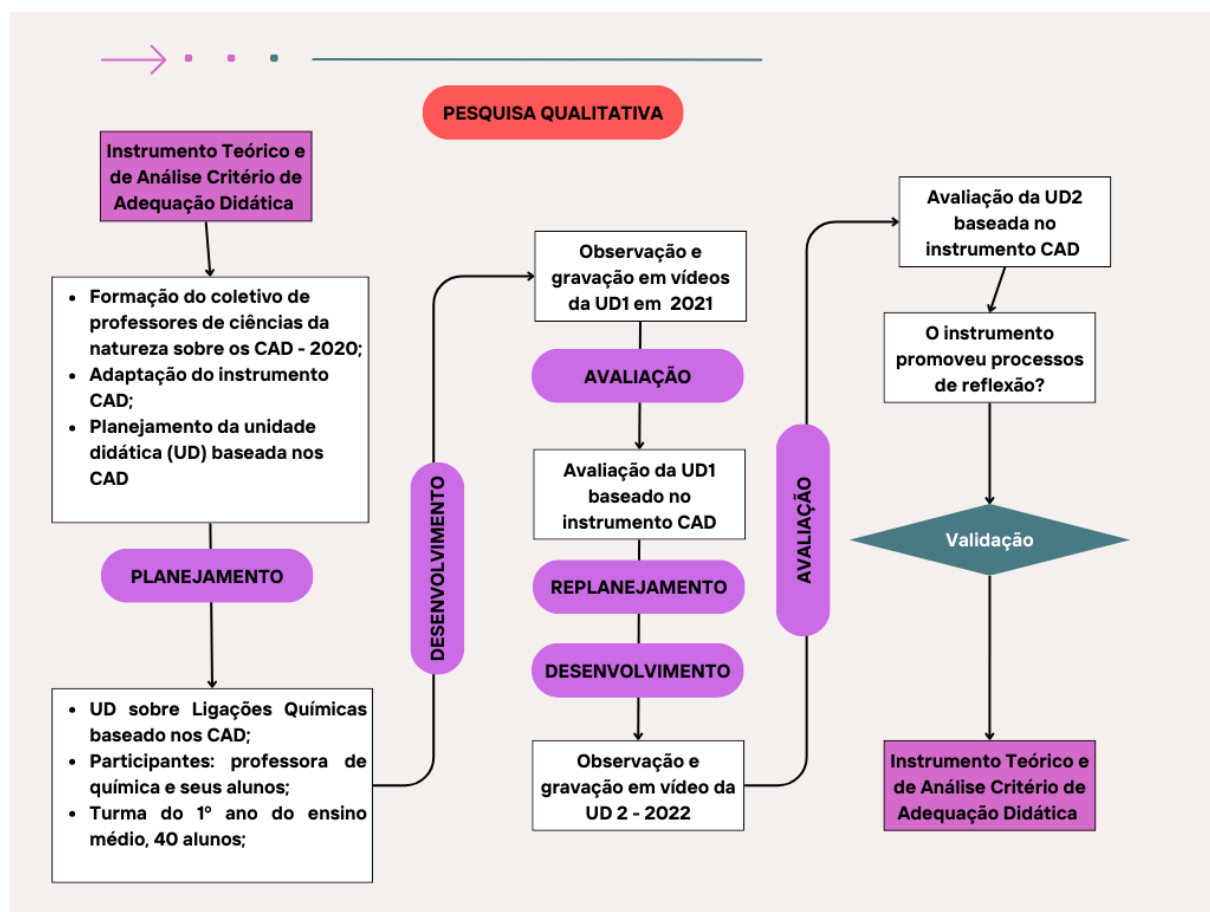


Figura 2: Síntese do percurso metodológico da pesquisa.

Fonte: Elaboração própria

Uma das adaptações que realizamos no instrumento CAD está relacionada nos níveis atribuídos ao descritor: forte (F+), intermediário (M) e fraco (F-). O nível forte indica que o descritor foi totalmente atendido. Um nível intermediário indica que ele foi parcialmente atendido, e um nível fraco significa que o uso daquele descritor não foi atendido. Para exemplificar, no Quadro 2 descrevemos os critérios de classificação para o componente “representatividade”, que é parte da adequação epistêmica, no descritor “Tipos de objetivos”.

Quadro 2 – Critérios para atribuição do nível do componente representatividade<sup>7</sup>.

| NÍVEL      | DESCRITOR   |
|------------|---|
| Forte (F+) | A unidade didática (UD) prevê objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais.                      |
| Médio (M)  | A UD prevê o uso de objetivos conceituais, mas exclui ou os objetivos procedimentais ou os atitudinais. |
| Fraco (F-) | Os objetivos da UD são apenas do tipo conceituais.  |

Fonte: autores

Neste trabalho apresentamos a análise de duas adequações do Instrumento CAD em relação à atuação dessa professora: Adequação Epistêmica e Adequação Cognitiva. Essa escolha se deu pelo fato de a professora ter classificado o próprio trabalho como forte na UD1 para a Adequação Meios (tinha o material, o espaço físico e o tempo para desenvolver a sequência), para a Adequação Ecológica (os estudantes apresentaram seminários ao final da sequência, tratando de um elemento químico nas suas ocorrências, aplicações, importância etc.), para a Adequação interacional (o *brainstorm*, o experimento e o seminário foram considerados momentos de grande interação) e para a Adequação emocional (a professora se esforça para criar um ambiente participativo e de interação entre os alunos, há um clima de cordialidade).

#### 5.4. Resultados E Discussão

Apresentamos os dados produzidos na avaliação para cada uma das adequações e, em seguida, discutimos o uso do instrumento CAD de maneira mais geral, conforme segue.

##### A) Análise da Adequação Epistêmica

Iniciamos pelos dados produzidos na avaliação e sintetizados no Quadro 3.

Quadro 3 – Avaliação da Professora para o critério de Adequação Epistêmica

| ADEQUAÇÃO EPISTÊMICA            | DESCRITOR                                     | AVALIAÇÃO DA PROFESSORA |     |
|---------------------------------|---|-------------------------|-----|
|                                 |   | UD1                     | UD2 |
| Representatividade              | Tipos de objetivos                            | M                       | F+  |
|                                 | Situações-problema                            | F+                      | M   |
|                                 | Complexidade                                  | F+                      | M   |
|                                 | Modos de representação                        | M                       | F+  |
| Erro Conceitual e Procedimental | Exemplos e formas de explicação               | M                       | F+  |
|                                 | Uso de conceitos complexos nas explicações    | M                       | M   |
|                                 | Discussão dos resultados da aula experimental | F+                      | F+  |

<sup>7</sup> Os demais critérios se encontram no material suplementar.

|                         |  |    |    |
|-------------------------|--|----|----|
|                         | Uso e construção de modelos                                    | F- | M  |
| Ambiguidades            | Uso de explicações adequadas ao nível educativo dos estudantes | M  | M  |
|                         | Uso de metáforas e analogias                                   | M  | F+ |
|                         | Exemplos utilizados facilitam a aprendizagem                   | F+ | M  |
| Variedade de Atividades | Uso de diferentes atividades                                   | F+ | F+ |

Fonte: Autores

A adequação epistêmica está relacionada ao conhecimento da Química e à compreensão que a professora tem da ciência que ensina. Iniciamos essa análise pela *Representatividade*. Em relação aos **tipos de objetivos**, buscamos perceber se a professora insere os objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais. Apresentamos a seguir um fragmento do que a professora falou em relação a esse aspecto durante a avaliação da UD1:

*(...) quando eu elaborei a sequência eu não pensei [...] eu não pensei nos três tipos de objetivos, eu foquei mesmo foi o conceitual, eu não tinha colocado a questão do procedimental assim como objetivo e nem o atitudinal, né? (Avaliação UD1, 2021).*

Percebemos que muitas das ações realizadas por essa professora em sala de aula são intuitivas, e ocorrem de maneira inconsciente ou não planejada. Nossa experiência tem mostrado que, em geral, ao conduzir suas aulas, os professores vão fazendo ajustes, acrescentando ações ou mesmo abandonando suas intenções iniciais, na medida em que percebem inadequações ou não têm a adesão dos estudantes.

Como vimos, a professora reconheceu que durante o planejamento da unidade didática os objetivos procedimentais e atitudinais não foram considerados por ela. No entanto, ao tentar identificar as concepções prévias e ao solicitar dos estudantes a previsão dos resultados durante o experimento, ela conseguiu desenvolver noções procedimentais e atitudinais. A professora tomou consciência disso durante a avaliação e optou por atribuir um nível médio para o descritor, o que significa que a docente atendeu parcialmente ao descritor.

Ao refletir sobre os objetivos contemplados na UD1, a professora repensou o planejamento da atividade experimental na UD2. Para alguns autores, a experimentação pode se constituir como uma importante estratégia para o ensino de diferentes conteúdos curriculares e, principalmente, para explorar conceitos, procedimentos e atitudes (Galiazzi *et al.*, 2001; Hodson, 1993; Hofstein e Lunetta, 2004). Na atividade experimental da UD1, toda manipulação e condução do experimento foi realizada pela própria professora, segundo ela como uma medida de segurança imposta pela Covid-19. Os estudantes foram orientados a registrar suas observações em relação ao experimento realizado e a compartilhar suas previsões em relação a

ele com os colegas. O compartilhamento de previsões e de resultados experimentais pode estimular a “construção pessoal e social dos estudantes”, uma vez que também favorece o desenvolvimento de atitudes cooperativas (Francisco Jr. *et al.*, 2008). Ademais, segundo Pozo e Crespo (2009), o compartilhamento das observações e o trabalho em grupo possibilitam aos aprendizes compreenderem a ciência como uma atividade coletiva e com repercussões sociais, contrapondo-se a uma visão distorcida de ciência individualista e neutra.

No momento do replanejamento para a UD2, a professora reestruturou a atividade experimental, de forma a explorar melhor os objetivos procedimentais e atitudinais, levando em conta que é recomendável a ampliação da concepção de conteúdo de ensino para além dos conceitos científicos (Pozo e Crespo, 2009; Zabala, 1998). Para isso ela passou a manipulação do artefato experimental aos estudantes, alertando para os cuidados necessários e supervisionando-os durante essa manipulação. Ela permitiu, ainda, que os estudantes testassem outros materiais, além daqueles que ela havia selecionado previamente, tais como anel, estojo de lápis, a tinta que protegia um armário, entre outros.

Na avaliação da UD2 a professora demonstrou perceber, mesmo que de modo tímido, os objetivos procedimentais e atitudinais, ao afirmar:

*(...) conceitual por conta do conteúdo que eu trabalhei de várias maneiras; procedimental porque também eu fiz atividade prática, fiz slide; e atitudinal porque eu passei lista de atividade como eu tenho um grupo no WhatsApp que eles interagem, um aluno ajuda o outro e no seminário eles também desenvolveram atitudes científicas*  
(Avaliação UD2, 2022)

O ensino conceitual geralmente é predominante nas salas de aula de ciências, deixando o desenvolvimento do pensar e do agir cientificamente em segundo plano. Os conceitos precisam ser ensinados e aprendidos, mas não é indicado que o foco seja apenas no cognitivo. Um conjunto de hábitos e atitudes deve fazer parte do planejamento e, portanto, ser organizado didaticamente (Zabala, 1998).

As **situações-problema** geralmente aparecem articuladas a situações de contextualização, de exercício ou a alguma aplicação do conhecimento trabalhado em sala de aula. Com elas os estudantes são envolvidos na resolução que normalmente os leva a olhar mais detidamente para os conceitos ou processos presentes na disciplina. Durante a avaliação da UD1, a professora optou pela classificação “fraco”, afirmando que não havia inserido nenhuma situação-problema na sequência didática e afirmando que faria isso no ano seguinte. Já na

segunda avaliação – da UD2 – Tainá trouxe uma questão que nos pareceu muito forte para ela: o fator tempo. Ela afirmou:

*Eu acho que vai para o médio porque quando eu penso nessas situações-problema eu imagino assim: tem que trazer situações para que esses alunos possam discutir e resolvê-las, e isso aí eu fiz pouco com eles. Não vou dizer que é porque o conteúdo não possibilita, mas é pela questão do nosso tempo que é muito reduzido e quando a gente abre para essa possibilidade, às vezes a gente acaba usando muitas horas de aulas.*  
(Avaliação UD2, 2022)

Observamos que, apesar de ter se comprometido a inserir uma situação-problema, ela não o fez por considerar que não teria tempo suficiente para essa implementação. Segundo Xavier *et al.* (2018), o fator “tempo” se reveste de alta carga simbólica, nas trajetórias docentes. Considerando os livros didáticos, os instrumentos externos de avaliação dos estudantes e a enorme lista de conteúdos presentes nas orientações relacionadas a esses instrumentos, professores são levados a focar excessivamente na quantidade de conteúdo em detrimento de um tempo maior dedicado à aprendizagem dos estudantes. Assim, esse “tempo de ensino” passa a ser organizado com base nos modelos curriculares da disciplina. No caso do currículo da disciplina de Química, a experiência da professora não possibilitou que ela se desprendesse desse conteúdo e inserisse atividades como as situações-problema.

Além disso, no Documento Curricular Referencial da Bahia para o Ensino Médio (Bahia, 2022), também há uma lista grande de conteúdo. As ligações químicas aparecem como objeto de conhecimento do componente curricular da 1ª série. Coll e Treagust (2003), que se dedicam ao estudo das concepções alternativas sobre ligações químicas, evidenciam a complexidade desse conteúdo, destacando-o como um dos conteúdos mais importantes da química, em razão de ele ser base para o entendimento de outros conceitos como reações químicas, equilíbrio químico e termodinâmica (García Franco e Garritz Ruiz, 2006). Ensinar química é, por si só, uma atividade desafiadora, em função do elevado grau de abstração desse conhecimento. Isso se aplica especialmente aos conceitos de ligações químicas, que exigem que o estudante pense na formação de moléculas e nos compostos iônicos a partir dos átomos, ou seja, um mundo de entidades abstratas. Como pesquisadores, consideramos que a quantidade de aulas que a professora tinha disponível para desenvolver o conteúdo de ligações químicas era insuficiente para que os estudantes entendessem e se apropriassem desse conhecimento de forma ampla.

O terceiro descritor para essa Adequação Epistêmica é a **complexidade**. Ele explora a complexidade do conteúdo que se ensina em relação aos conceitos (definições, propriedades, classificações, procedimentos etc.). Para esse descritor a professora atribuiu um nível médio, durante a avaliação da UD1, justificando que selecionou os conceitos que seriam ensinados levando em consideração o nível cognitivo de seus estudantes. A docente afirmou que, dentro do conteúdo de ligações químicas, não abordou a ligação metálica, pois esse conceito apresenta maior complexidade quando comparado às ligações covalente e iônica. Na UD2 essa estratégia se repetiu e, durante a avaliação da UD2, a professora justificou suas escolhas:

*(...) aqui existe uma questão delicada, porque essa parte do conteúdo envolve os metais de transição. A nível de ensino médio os metais de transição são de difícil entendimento e aí geralmente a gente não explica para os alunos como ocorrem essas ligações químicas, pois exige um nível de compreensão mais abstrato. Então trabalhamos os representativos. Os metais de transição acabam sendo negligenciados, o livro não aborda, nem os livros do terceiro ano conseguem trazer uma linguagem apropriada para o ensino médio. Então nesse caso aqui eu vou para o nível médio por conta disso.*  
(Avaliação UD2, 2022)

O nível médio atribuído a esse descritor se justifica, segundo a docente, pelo fato de a ligação metálica não ter sido abordada durante a sequência didática. Segundo Silva *et al.* (2009), o estudo das ligações metálicas é bastante complexo e, para torná-lo acessível a estudantes do Ensino Médio, deve ser simplificado. Porém esses pesquisadores questionam a capacidade de produzir aprendizagens quando o professor desenvolve esse assunto com pouca ênfase, assim como o fazem os livros didáticos. O modelo conhecido como “mar de elétrons” já recebeu críticas consideráveis da comunidade especializada, uma vez que os elétrons livres ou semilivres não se movimentam livremente como acontecesse com a água do mar. Já o modelo “Teoria de Bandas” ou teoria do orbital molecular, no qual a ligação é descrita como deslocalizada, é considerado extremamente complexo para o Ensino Médio. Com isso, o professor não tem um modelo no qual se apoiar para desenvolver esse conteúdo e, como no caso dessa professora, acaba por não o desenvolver.

Em relação aos **modos de representação**, na primeira avaliação a professora afirmou que a classificação “médio” seria a mais adequada, por ter usado modos variados tais como o quadro (escrita) e os *slides* com representações, mas reconheceu que poderia ter explorado mais. Na segunda avaliação ela afirmou

*Trabalhei o conceito na forma de textos, teve os elementos da tabela periódica, que é uma linguagem simbólica. Essa simbólica são símbolos, as fórmulas moleculares,*

*estrutural, entendeu? Tem a representação dos elétrons. E teve toda a linguagem verbal ((fala)). (Avaliação UD2, 2022)*

Os estudos da multimodalidade baseados na semiótica social têm explicitado os modos semióticos usados na comunicação. Nesses estudos a linguagem é considerada multimodal por natureza. A ênfase está na exploração desses modos para construção de significados. No caso da Química, todo esse simbolismo presente pressupõe a exploração de múltiplos modos. A professora provavelmente aumentou sua consciência sobre esses modos, o que a levou a classificar sua prática como forte nesse quesito.

No segundo componente, *Erro Conceitual e Procedimental*, a professora classificou como “médio” o uso de exemplos e as formas de explicação, afirmando que forneceu exemplos, mas que não os explorou muito. Na segunda avaliação ela mudou para “forte”, justificando assim:

*A gente fala da formação de substâncias, aí você explica como se forma uma ligação e você vai relacionar com outro tipo de ligação. Você vai falar, no caso do tipo de ligação iônica, você tem que explicar o que é iônico e diferenciar do que é covalente. Nesse caso trabalhei com diferentes tipos de fórmulas com a fórmula molecular, com a fórmula estrutural, usando a linguagem científica. Mas quando fala de sal, açúcar, ligação iônica, ligação covalente você acaba dando exemplos diferentes, usando a linguagem científica, mas também a linguagem cotidiana. É forte, com certeza. (Avaliação UD2, 2022)*

Não ficou claro o que levou a professora a avaliar como forte a segunda experiência. Porém os estudantes realizaram testes para além do que a professora havia previsto, e isso pode ter feito com que ela percebesse uma ampliação dos exemplos. No entanto as formas de explicação foram praticamente as mesmas.

Para o segundo descritor – Conceitos complexos – selecionamos um fragmento de cada avaliação:

*(...) eu acho que as explicações foram claras, porém existe aquela questão dos metais de transição que eu não trabalhei, não me aprofundei, então, de uma certa forma eu negligenciei a parte complexa do conteúdo, então eu vou para o médio. (Avaliação UD1, 2021).*

*(...) As explicações foram claras, sim, e os conceitos complexos e os temas são apresentados com aprofundamento, sim. Porém existe aquela questão da parte dos metais de transição que eu não me aprofundei e, então, de uma certa forma eu*

*negligencieí a parte complexa do conteúdo. Estou no meio termo entre o forte e o médio... coloca médio mesmo. (Avaliação UD2, 2022).*

No primeiro fragmento, mesmo reconhecendo que conceitos considerados mais complexos em sua perspectiva não tenham sido apresentados – no caso ligações metálicas – a professora selecionou algumas substâncias metálicas, inclusive metais de transição, para que os alunos pudessem fazer previsões e justificar o porquê da ocorrência ou não do fenômeno, mas não desenvolveu esse conteúdo. Na segunda vez que desenvolveu a sequência didática, a ligação metálica também não foi explorada, mas a professora mudou a avaliação para F+. Consideramos que isso pode ser um “erro”, uma vez que a prática não foi reformulada, não justificando a mudança na avaliação. Sol *et al.* (2022), que analisam os argumentos de futuros professores em relação aos erros encontrados em suas próprias práticas pedagógicas, argumentam que os futuros professores reconhecem os cometidos por outros professores, mas não conseguem reconhecer seus próprios. Isso implica a necessidade de desenvolver estratégias que orientem os professores a identificar os seus próprios erros. No caso dessa professora, ela explorou apenas as ligações iônicas e as moleculares. Com isso, os estudantes podem ser levados a pensar que os materiais testados que conduziram corrente elétrica são iônicos e os que não conduziram são covalentes, o que resultaria em erro conceitual no caso dos metais.

Na **discussão dos resultados da aula experimental**, selecionamos um fragmento da avaliação da UD2 no que diz respeito às discussões dos resultados da atividade experimental e o conteúdo:

*(...) sim, esse aqui nem vou ler os outros ((descritores)), porque esse eu fiz. Fiz depois as discussões com eles em sala de aula ainda que tenha demorado um pouquinho. (Avaliação UD2, 2022).*

Nesse fragmento a professora fez referência às discussões dos resultados da atividade experimental e atribuiu o nível forte nos dois casos. Ao analisarmos a sequência como um todo, não encontramos episódios em que a professora estabelecesse uma conexão forte entre a atividade experimental e o desenvolvimento do conteúdo teórico. A abordagem das ligações químicas foi pautada exclusivamente no modelo explicativo da regra do octeto. Pesquisadores (Maia e Villani, 2016; Mortimer *et al.*, 1994) têm alertado que a abordagem usada pela maioria dos professores é a mesma presente nos livros didáticos: o ensino teórico. A condutividade elétrica é uma atividade experimental que propicia a relação entre ligações e propriedades e que mostra as ligações como um modelo explicativo. Por meio desse experimento é possível identificar a natureza das ligações químicas. No entanto as ligações iônica e covalente não

foram desenvolvidas como um modelo explicativo baseado na propriedade de condutividade elétrica.

Para o **uso e construção de modelos**, selecionamos dois fragmentos, um de cada avaliação, que mostram o que levou a professora a optar pelas avaliações F- e M:

*Não houve uma previsão de uso de modelos. Agora eu já imaginei como eles vão fazer esses modelos no próximo ano. Talvez eu use jujubas e palitos, mas nessa foi fraco porque não teve isso não. (Avaliação UD1, 2021).*

*Eu usei os modelos, mas eu não os coloquei para fazer. Eu trouxe as estruturas, eu montei em sala de aula as estruturas e mostrei para eles as ligações, mas eu não pedi que eles fizessem. Então, como quem manipulou fui eu, então foi o médio. (Avaliação UD2, 2022).*

A avaliação da professora nesse quesito considerou apenas modelos tipo “bola/vareta”. Porém o conhecimento científico como explicação para um fenômeno – no caso o de condutividade elétrica – não foi considerada. Novamente esse quesito se encaixa perfeitamente no componente “erro”, uma vez que mostra limitações epistemológicas na prática docente.

Para o terceiro componente, *Ambiguidades*, há três descritores: Uso de explicações adequadas ao nível educativo dos estudantes; uso de metáforas e analogias; exemplos utilizados facilitam a aprendizagem.

Para o descritor **uso de explicações adequadas ao nível educativo dos estudantes**, selecionamos um fragmento da primeira avaliação, na qual a professora disse:

*Para mim tinha sido forte, mas os meninos [risos] me mostraram, durante a apresentação dos seminários, que não tinham aprendido não, viu! Eu fazia perguntas e eles não sabiam responder. Então vou para médio, pois não vou colocar como fraco não. (Avaliação UD1, 2021)*

Na segunda avaliação a professora novamente fez referência à primeira experiência. Ela argumentou que as explicações foram coerentes e que os estudantes tendiam a ter bom desempenho, mas que ainda não tinha realizado a avaliação do conteúdo e o retorno que teve tinha sido apenas em relação à participação. Como Tainá também esperava por isso ao desenvolver a primeira sequência, ela optou por manter a avaliação anterior.

Para o uso das **metáforas e analogias** a professora disse ter se fundamentado em um artigo publicado no periódico Química Nova na Escola (Araújo *et al.*, 2015), no qual os autores criticam o uso de analogias, alertando que se uma analogia não for bem trabalhada, pode gerar ambiguidades. Além disso, ela afirmou que o conteúdo não favorecia o uso de analogias. Na

segunda avaliação essa preocupação da professora se manteve e, por isso, ela não mudou a avaliação.

No que diz respeito aos **exemplos utilizados facilitam a aprendizagem**, a professora enfatizou, nas duas avaliações, o uso de inúmeros exemplos, afirmando que eles estavam relacionados a algo que os estudantes conheciam. Sobre isso, na avaliação da UD2 ela disse:

*as aplicações científicas são distantes, mas os exemplos são próximos. Eu usei muitos exemplos e acho que é forte ou pode ser médio. [...] eu vou no médio porque hoje se eu chegasse na sala e perguntasse acho que muitos saberiam relacionar, mas alguns ainda não, eu vou para o médio. (Avaliação UD2, 2022)*

Além de fazer os testes do experimento com materiais do cotidiano durante as aulas expositivas dialogadas, Tainá ressaltava algumas moléculas e compostos iônicos que estão presentes nas substâncias e materiais do dia a dia.

Para o quarto componente da Adequação Epistêmica, *Variedade de Atividades*, a professora avaliou como forte tanto na UD1 quanto na UD2. Para isso ela levou em conta a variedade de atividades na sequência didática: a investigação de conhecimentos prévios, por meio da explosão de ideias e da previsão; o experimento; as aulas expositivas participadas; e os seminários.

## B) Adequação Cognitiva

A adequação cognitiva está relacionada às formas com que o aluno reflete e entende a ciência e como se dá a sua própria aprendizagem. No quadro 4, apresentamos os descritores de cada um dos componentes dessa adequação, bem como a avaliação da professora nas duas sequências didáticas.

Quadro 4. Avaliação da Professora para o critério de Adequação Cognitiva

| ADEQUAÇÃO COGNITIVA                            | DESCRITOR  | AVALIAÇÃO DA PROFESSORA |     |
|--|--|-------------------------|-----|
|  |  | UD1                     | UD2 |
| Conhecimentos Prévios                          | Objetivos atendem ao nível cognitivo dos sujeitos  | F+                      | M   |
|  | Levantamento dos conhecimentos prévios   | F+                      | F+  |
| Demanda Cognitiva                              | Processos cognitivos (generalização, situação-problema, argumentação, refutações de ideias científicas etc.) | F+                      | M   |
|  | Avaliação da aprendizagem  | F+                      | F+  |
| Adaptação Curricular às diferenças Individuais | Atividades de reforço de aprendizagem  | F+                      | M   |
|  | Adaptação às necessidades dos estudantes   | M                       | M   |

Fonte: autores

O primeiro componente da adequação cognitiva é *Conhecimentos Prévios*, que possui dois descritores: objetivos atendem ao nível cognitivo dos estudantes e levantamento dos conhecimentos prévios.

Em relação ao descritor **objetivo atendem ao nível cognitivo dos estudantes**, na avaliação da UD1 a professora afirmou ter levado em conta todos os estudantes, e que partiu do menor nível cognitivo, o que justificaria sua classificação como forte. Já na avaliação da UD2 ela tratou da explosão de ideias que iniciou o conteúdo, e disse:

*A explosão de ideias é excelente para gente identificar o que os estudantes sabem. Eu, de certa forma, já conheço a turma, quando trabalhei a tabela periódica mesmo, que de certa forma é pré-requisito. Mas talvez as palavras usadas para relacionar tenham sido mal escolhidas. (Avaliação UD2, 2022)*

A pouca participação dos estudantes da segunda turma quando comparada com a primeira fez com que a professora passasse a avaliar os objetivos e sua adequação ao nível cognitivo dos estudantes como médio, provavelmente por estarem aquém do que os estudantes seriam capazes.

Como estratégia para explorar os conhecimentos prévios dos alunos, a professora propôs a explosão de ideias para o conceito de ligações químicas. Ao realizar o experimento, a professora também solicitou aos estudantes que fizessem uma previsão sobre a possível condutividade dos materiais a serem testados. Selecionamos um fragmento da fala da professora, durante a avaliação da UD2, no que diz respeito ao componente **levantamento dos conhecimentos prévios**:

*(...) eu vou pro forte, pois eu já acompanho essa turma, eu já fui professora deles; tem um ou outro que veio de outra escola. Eu considere dentro do planejamento até algumas coisas, eu ia e voltava com eles, dentro dessa questão, desses conhecimentos prévios, para ver se aquilo que eu identifiquei no início, que eles não conseguiam compreender, se depois eles já tinham conseguido compreender. Eu sabia de dificuldades desde a tabela periódica e tudo eu ia retomando (Avaliação UD2, 2022).*

Entendemos os motivos que levaram a professora a atribuir um nível forte a sua prática pedagógica em relação ao componente em questão. No entanto é necessário refletir sobre algumas estratégias adotadas pela professora, a exemplo do levantamento de concepções prévias realizado após o planejamento. Esse questionamento se deve ao fato de que as estratégias a serem usadas dependeriam das concepções prévias dos estudantes, uma vez que a professora deveria promover a evolução conceitual. Acreditamos que a experiência da

professora já lhe possibilitaria ter uma forte ideia dessas concepções e, portanto, a levasse a inserir esse seu conhecimento no planejamento. Pesquisas em ensino e aprendizagem das ciências naturais destacam a importância de o professor considerar os conhecimentos sobre conteúdos que seus estudantes levam para a sala de aula, principalmente os científicos, que ainda não foram formalmente ensinados ou consolidados (Driver e Easley, 1978; Gil-Pérez, 1994; Oliva-Martínez, 1996).

Em relação ao componente *Demanda Cognitiva* há dois descritores. Para o primeiro – **processos cognitivos** – e para o segundo – **aprendizagem** – a professora atribuiu um nível forte na avaliação da UD1. No entanto, a partir de nossas observações sobre as unidades didáticas UD1 e UD2, podemos afirmar que o componente em questão não foi atendido em nenhuma das duas unidades didáticas, de forma a não justificar o nível forte. Por isso, após o desenvolvimento da UD2, no momento da avaliação, a pesquisadora estimulou a professora a considerar com maior atenção as demandas cognitivas que foram efetivamente implementadas nas unidades didáticas. Esse estímulo se deu para que a professora refletisse também sobre a aprendizagem da ciência em si. Sabemos que é consenso na comunidade científica o fato de que o ensino das disciplinas científicas não pode mais estar restrito somente à aprendizagem de conceitos, mas também à aprendizagem de práticas próprias da ciência e do desenvolvimento de habilidades cognitivas que são pertinentes ao conhecimento científico escolar, habilidades tais como a identificação de evidências, a construção de argumentos, o levantamento de hipóteses, a elaboração de conclusões, por exemplo. Conforme Sasseron e Carvalho (2008), a escola deve permitir que os alunos possam compreender e saber

(...) sobre Ciências, suas tecnologias e as relações das duas com a sociedade como condição para preparar cidadãos para o mundo atual. Assim sendo, emerge a necessidade de um ensino de Ciências capaz de fornecer aos alunos não somente noções e conceitos científicos, mas também é importante e preciso que os alunos possam “fazer ciência”, sendo defrontados com problemas autênticos nos quais a investigação seja condição para resolvê-los (2008, p. 335).

A professora realizou o experimento da condutividade elétrica, que explicitava três propriedades para os materiais testados. Esse resultado levaria a três modelos de ligações químicas. Com isso era esperado que ela fizesse a relação dessas três propriedades com as ligações químicas durante as aulas expositivas, mostrando que as ligações químicas são “modelos” que explicam o comportamento dos materiais. No entanto a professora ensinou a ligação iônica e a covalente de uma forma mais “tradicional”, ou seja, mais voltada a explicitar

para os estudantes como essas ligações acontecem, sem enfatizar que se trata de explicações para um fenômeno – a condutividade elétrica.

A seguir, apresentamos um episódio em que a professora sistematizou suas reflexões e mostrou o que a levou a classificar os processos cognitivos como médio na segunda avaliação.

*se eu colocar perto de um material que é condutor de energia elétrica, vai conduzir; ele sabe explicar o porquê, porque o material tem ligações metálicas, seria um exemplo de uma aplicação científica no seu dia a dia, eles poderiam entender, então, a questão de que o açúcar não conduz, porque seria um exemplo, mas só isso não é suficiente. Se hoje eu chegasse na sala e perguntasse, acho que muitos saberiam relacionar, mas alguns ainda não. Então eu vou de médio. (Avaliação UD2, 2022)*

A professora reconheceu a possibilidade de haver problemas de aprendizagem, o que a levou a classificar como médio o descritor aprendizagem. Mas nos processos cognitivos pareceu não se atentar para as demandas de generalização, situação-problema, argumentação, refutações de ideias científicas e outras que poderiam fortalecer a aprendizagem. Novamente ela fez referência ao currículo que a escola deve cumprir, afirmando que isso limita o seu próprio trabalho. Realizar atividades que propiciem uma vivência mais coletiva e ativa, a reflexão, a formação de explicações e o desenvolvimento de argumentos exige um preparo do professor e um tempo de aula que o professor não dispõe se a sua meta é desenvolver todo o conteúdo. E essa professora já demonstrou um compromisso forte com o conteúdo.

No componente *Adaptação Curricular às Diferenças Individuais*, dois descritores foram avaliados: atividades de reforço de aprendizagem e adaptação às necessidades dos estudantes. Com relação ao primeiro descritor a professora afirmou:

*Como atividade de reforço teve as videoaulas que eu sugeri que eles assistissem. Lista de exercício, por exemplo, eu não passei. Mas escolho forte porque eu passei bastante videoaula para eles. Elas eram muito boas, bem didáticas ... e eles poderiam assistir. (Avaliação UD1, 2021).*

Na segunda avaliação (UD2) ela reafirmou a presença de videoaulas como atividade de reforço, mas acrescentou que não houve um momento específico em que ela chamasse os estudantes que estavam com dificuldade para um reforço presencial. Portanto, ela assumiu que foram atividades pontuais e, ao afirmar que *eles poderiam assistir*, Tainá reconhece que eram atividades opcionais, uma vez que não houve outra atividade de sala de aula que discutisse essas videoaulas. Porém ela lembrou que, após a pandemia, o uso de tecnologias de comunicação professor/aluno se tornou mais presente e que muitos estudantes se comunicavam com ela até

mesmo pelo *Whatsapp*. Nesse descritor a professora pareceu ter aumentado a consciência em relação ao uso de atividades de reforço de aprendizagem e percebido que a presença e/ou mediação do professor é importante também nesse tipo de atividade.

Na primeira a avaliação (UD1) do descritor **adaptação às necessidades dos estudantes**, Tainá argumentou que não havia estudantes com necessidades especiais nessa turma e que, por isso, não foram necessárias adaptações. Na segunda avaliação (UD2) ela se lembrou da pandemia e da orientação de que estudantes que apresentassem qualquer sintoma permanecessem em casa, sendo atendidos de forma virtual pelo professor. Sobre isso ela disse:

*Eu tinha alunos matriculados que não estavam assistindo aula presencial, e aí, para esse aluno, por exemplo, eu não passei a aula experimental, porque eu fiquei com receio de deixá-lo fazer essa manipulação sozinho e de repente ter um acidente em casa. Então, ele estudou mais pelo livro didático mesmo, nas páginas que eu indiquei.*  
(Avaliação UD2, 2022)

A professora manteve a avaliação como médio nas duas sequências, provavelmente por perceber que na sala de aula a avaliação não foi considerada. Nos momentos em que ela fez perguntas aos estudantes e aguardou respostas, ela já poderia estar avaliando a aprendizagem e, se necessário, já ir pensando em atividades de reforço. Para os estudantes presenciais isso não foi considerado.

### C) O que esses dados nos dizem

Ao analisarmos essas duas adequações – Epistêmica e Cognitiva – podemos afirmar que, de uma forma geral, houve um aumento de consciência da professora em vários momentos, quando comparamos os níveis atribuídos nas avaliações da UD1 e UD2 (Quadros 3 e 4).

No critério de representatividade, por exemplo, a professora percebeu inadequações durante a primeira avaliação e mudou a sua prática no que diz respeito aos tipos de objetivo e modos de representação, melhorando-os no planejamento seguinte e, assim, aumentando o nível atribuído de médio para forte. Para os critérios situação-problema e complexidade, essa tomada de consciência ocorreu na segunda avaliação, quando ela percebeu inadequações e mudou do nível forte para o médio. Argumentamos que foi a reflexão sobre a prática que ampliou a compreensão de Tainá sobre a multidimensionalidade da prática pedagógica.

Para o descritor **processos cognitivos**, no critério cognitivo, a professora também mudou sua autoavaliação de F+ para M, sinalizando que o instrumento CAD serve como disparador de reflexões importantes para quem se dedica ao estudo dos processos de ensino e

aprendizagem. Inicialmente, a professora acreditava ter contemplado adequadamente as demandas cognitivas dos estudantes. No entanto, durante a avaliação da UD2, quando foi estimulada a considerar com maior atenção essas demandas cognitivas, ela acaba compreendendo que talvez não tivesse desenvolvido habilidades cognitivas próprias da ciência, como a identificação de evidências, construção de argumentos, levantamento de hipóteses e elaboração de conclusões, priorizando o ensino conceitual. Provavelmente o processo reflexivo, provocado pelo uso do instrumento CAD, revelou contradições entre sua intenção pedagógica e sua prática efetiva, evidenciando que o ensino de ciências não pode ficar restrito à aprendizagem de conceitos, mas deve incluir o fazer científico ou a epistemologia da Ciência. Ao desenvolver o experimento de condutividade elétrica, Tainá reconheceu que não explorou seu potencial epistemológico para desenvolver processos cognitivos mais complexos em seus alunos, mantendo-se presa ao cumprimento do currículo da disciplina.

Esses resultados nos levam a argumentar em favor do uso do CAD como instrumento de reflexão sobre a prática e, também, de transformação dessa prática. Em alguns dos critérios analisados também identificamos limitações no trabalho da professora e, nesse sentido, nos propomos a analisar a possibilidade de continuidade deste trabalho.

### **5.5. Considerações Finais**

O presente trabalho objetivou avaliar os CAD como instrumento promotor de reflexões junto a uma professora a partir de uma sequência didática cuja introdução ao conteúdo de ligações químicas se deu por meio de um experimento. Argumentamos que o instrumento dos CAD apresenta um potencial para evidenciar a prática pedagógica, promovendo reflexões sobre o ensino e, de certa forma, incentivando mudanças nessa prática, visando seu aperfeiçoamento. Tais reflexões foram importantes para a professora e para a pesquisadora, uma vez que possibilitaram um certo consenso sobre como deve ser um bom ensino de química.

Durante a avaliação da UD1, em vários momentos percebemos limitações quanto à aplicação dos descritores presentes nos componentes da CAD, já estudados pela professora Tainá, na prática docente. Um exemplo típico são os objetivos, nas suas três vertentes. O conceitual é muito familiar, uma vez que professores tendem a focar suas aulas em conceitos. Porém os procedimentais e os atitudinais podem estar sendo negligenciados. Guimarães e Falcomer (2013) também tratam desses objetivos, afirmando que, apesar de estarem presentes nos documentos oficiais e nas pesquisas do ensino de ciências, os professores consideram os objetivos procedimentais e atitudinais como difusos e menos palpáveis. Já no momento da

avaliação da UD2, conseguimos perceber que a professora conseguiu reconhecer, além dos objetivos conceituais, a presença de objetivos procedimentais e atitudinais, ainda que de forma discreta, uma vez que a ligação iônica e a covalente foram desenvolvidas em uma aula expositiva dialogada, centrada nos conceitos.

No planejamento da UD2 propusemos à professora que a atividade experimental assumisse um caráter problematizador, seguindo a recomendação de pesquisadores para promover o desenvolvimento conceitual dos estudantes (Coll e Treagust, 2003). No entanto a professora expressou preocupação com a falta de tempo para implementar essa abordagem. Silva *et al.* (2009) alertam que, em função da complexidade do conteúdo e da ênfase dada às representações das ligações iônicas e ligações covalentes em sala de aula, professores dão pouca atenção às ligações metálicas.

Além disso, ao longo das aulas não houve uma relação explícita entre a exposição teórica e o fenômeno da condutibilidade elétrica observado no laboratório. Com isso, não temos como argumentar se os estudantes estabeleceram uma relação entre os conceitos e os fenômenos. Quadros *et al.* (2018) discutem o papel do professor em estabelecer relações pedagógicas de continuidade que envolvem eventos separados no tempo como suporte para a construção do conhecimento científico. Ao fazer um experimento e não recuperar seus resultados nas aulas subsequentes, a atividade experimental acaba por assumir um caráter mais “motivador” do que epistemológico. Pesquisadores (Gonçalves e Galiuzzi, 2004; Schnetzler e Antunes-Souza, 2019) têm alertado que a redução da atividade experimental à motivação para aprender ciências ou como meio de comprovação da teoria são ideias bastante difundidas entre professores. Para Hodson (2001), as evidências advindas de pesquisas sobre atividades práticas em escolas e universidades do Canadá reforçam a concepção de que o trabalho experimental, tal como é organizado nas escolas, configura-se, sob muitos aspectos, como sendo improdutivo.

O teste de condutividade elétrica é uma atividade ainda pouco utilizada por professores ao trabalharem com o conteúdo de ligações químicas. Sabemos que os modelos de ligação química baseados na “regra do octeto” são os que prevalecem no dia a dia de muitas escolas e nos livros didáticos. Nesse modelo as ligações químicas são apresentadas em “uma visão determinista se referindo a átomos com tendências a perderem e a ganharem elétrons para completar a regra do octeto” (Mortimer *et al.*, 1994, p. 243). Essa regra, no entanto, não serve para explicar a ligação metálica, uma vez que ignora a força eletrostática (Silva, 2018).

A professora inseriu o experimento como uma atividade que possibilitasse a aprendizagem da ciência em si, levando em conta que as explicações são construídas para explicar os fenômenos que são percebidos. Porém é possível perceber que, mesmo encontrando um caminho de produção mais ampla do conhecimento, essa prática não está consolidada na professora. Ela introduziu os modelos, mas eles “se perderam” quando o conceito passou a “tomar conta” da prática pedagógica.

Tendo como base os resultados observados na prática dessa professora, argumentamos que o instrumento CAD se mostrou eficaz e adequado como guia e disparador de reflexões sobre a prática pedagógica. Com a atribuição de níveis que variam de forte a fraco aos descritores dos componentes de cada critério foi possível identificar aspectos da prática que poderiam ser modificados, em vista de um ensino mais adequado e que favorecesse a aprendizagem de ligações químicas. Nossa hipótese é que o professor, ao atender a **todos** os critérios no planejamento e implementação, pode promover os movimentos epistêmicos e, conseqüentemente, as práticas epistêmicas em seu ensino, contribuindo com a alfabetização científica. Uma segunda percepção é que o professor, ao avaliar sua prática a partir dos CAD, aumenta sua capacidade de identificar aspectos que podem ser melhorados em sua ação docente, promovendo processos autoformativos.

Este trabalho é parte de uma pesquisa mais ampla, ainda em andamento, na qual pretendemos explorar outros indicadores que não apresentamos aqui, com um número maior de professores. Essa expansão permitirá a coleta de uma base de dados mais robusta, integrando os dados aqui apresentados a um corpo de evidências maior, consolidando o conhecimento sobre a potencialidade do instrumento CAD como promotor de reflexões no ensino de ciências.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, R. S.; MALHEIRO, J. M. S. e TEIXEIRA, O. P. B. Uma análise das analogias e metáforas utilizadas por um professor de química durante uma aula de isomeria óptica. *Química Nova na Escola*, Relatos de sala de aula, v. 37, n. 1, p. 19-26, 2015. <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150004>.
- BAHIA. *Documento Curricular Referencial da Bahia – Ensino Médio*, SEC, 2022. Disponível em [http://dcrb.educacao.ba.gov.br/wp-content/uploads/2023/04/documento\\_curricular\\_da\\_etapa\\_do\\_ensino\\_medio\\_29-03\\_.pdf](http://dcrb.educacao.ba.gov.br/wp-content/uploads/2023/04/documento_curricular_da_etapa_do_ensino_medio_29-03_.pdf) Acesso em: 26 de dezembro de 2025.
- BREDA, A.; FONT, V. e LIMA, V. M. R. A noção de idoneidade didática e seu uso na formação de professores de matemática. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, v. 8, n. 2, p. 1-41, 2015. <https://doi.org/10.17921/2176-5634.2015v8n2p%25p>.
- COLL, R. K. e TREGUST, D. F. Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 40, n. 5, pp. 464-486, 2003. <https://doi.org/10.1002/tea.10085>.
- DRIVER, R. e EASLEY, J. Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, Leeds, v. 5, n. 1, p. 61-84, 1978. <https://doi.org/10.1080/03057267808559857>.
- FRANCISCO JR., W. E.; FERREIRA, L. H. e HARTWIG, D. H. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 30, p. 34-41, 2008.
- GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S. e GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciências & Educação* (Bauru), v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200008>.
- GARCÍA FRANCO, A. e GARRITZ RUIZ, A. Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico em el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 24, n. 1, p. 111-124, 2006. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3818>.
- GIL-PÉREZ, D. Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n. 2, p. 154-164, 1994. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/70777543/02124521v12n2p154.pdf>. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.
- GONÇALVES, F. P. e GALIAZZI, M. C. A natureza das atividades experimentais no ensino de ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de licenciatura. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (org.). *Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores*. Ijuí: Unijuí, 2004. p. 237-252.
- GODINO, J. D. Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., Recife, Brasil, 2011. *Anais [...]*. Disponível em: <https://xiii.ciaem->

[redumate.org/index.php/xiii\\_ciaem/xiii\\_ciaem/paper/view/2679/1140](http://redumate.org/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/view/2679/1140). Acesso em: 29 de dezembro de 2025.

GODINO, J. D. Origen y aportaciones de la perspectiva ontosemiótica de investigación en Didáctica de la Matemática. In: CASTRO, A. E.; DE LA FUENTE, A. C.; PIQUET, J. D.; MARTÍNEZ, M. C. P.; GARCÍA, F. G. e CAÑADA, L. O. (coord.). *Investigación en Educación Matemática XVI*. Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, Jaén, p. 49-70, 2012. Disponível em:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5036756>. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

GODINO, J. D.; BATANERO, C.; FONT, V. e GIACOMONE, B. Articulando conocimientos y competencias del profesor de matemáticas: el modelo CCDM. In: GARCÍA, J. M.; FERNÁNDEZ, A. J.; MARÍ, J. L. G.; COMPAÑA, M. T. S.; HERNÁNDEZ, P. H.; ESCALONA, C. F.; REY, F. J. R.; BALANCO, T. F. e ALCARAZ, A. B. (coord.). *Investigación en Educación Matemática XX*. Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, Málaga, p. 285-294, 2016. Disponível em:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=794962>. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

GROßMANN, L. e KRÜGER, D. Assessing the quality of science teachers' lesson plans: Evaluation and application of a novel instrument. *Science Education*, v. 108, n. 1, p. 153-189, 2024. <https://doi.org/10.1002/sce.21832>.

GUIMARÃES, E. M.; FALCOMER, V. A. S. Conteúdos atitudinais e procedimentais no ensino da metamorfose de borboletas. *Enseñanza de las ciencias*, núm. Extra, p. 2292-2296, 2013. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307837>. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

HODSON, D. Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in School Science. *Studies in Science Education*, v. 22, n. 1, p. 85-142, 1993. <https://doi.org/10.1080/03057269308560022>.

HODSON, D. Research on practical work in school and universities: in pursuit of better questions and better methods. In: EUROPEAN CONFERENCE ON RESEARCH IN CHEMICAL EDUCATION, 6., 2001, Aveiro. *Proceedings [...]*. University of Aveiro, Portugal, 2001.

HOFSTEIN, A. e LUNETTA, V. N. The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. *Science Education*, v. 88, n. 1, p. 28-54, 2004. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>.

HUMMES, V. B.; BREDÁ, A. e FONT, V. Desenho de um curso de formação que combina o uso do Lesson Study e da Idoneidade Didática para o desenvolvimento da competência reflexiva de professores de matemática. In: ENCUESTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 5, 2020. *Actas [...]*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/346958427>. Acesso em: 11 dez. 2020.

MAIA, J. O. e VILLANI, A. A relação de professores de Química com o livro didático e o caderno do professor. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 15, n. 1, p. 121-146, 2016. Disponível em:

[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen15/REEC\\_15\\_1\\_7\\_ex969.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen15/REEC_15_1_7_ex969.pdf). Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

MORTIMER, E. F.; MOL, G. e DUARTE, L. P. Regra do octeto e teoria da Ligação Química no Ensino Médio: Dogma ou Ciência? *Química Nova*, v. 17, n. 3, p. 243-252, 1994.

OLIVA-MARTÍNEZ, J. M. Estudios sobre consistencia en las ideas de los alumnos en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 1, p. 87-92, 1996. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21436/93398>. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, S. G. (org.). *Saberes Pedagógicos e atividade docentes*. 4. ed. Paulo, Cortez, 1999. p. 15-34.

PINO-FAN, L. ; GODINO, J. D. Perspectiva ampliada del conocimiento didáctico-matemático del profesor. *Paradigma*, v. 36, n. 1, p. 87-109, 2015. Disponível em: <https://ve.scielo.org/pdf/pdg/v36n1/art07.pdf>. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Tradução de Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 296 p.

QUADROS, A. L.; SILVA, A. S. F.; MORTIMER, E. F. Relações pedagógicas em aulas de ciências da educação superior. *Química Nova*, v. 41, n. 2, p. 227-235, 2018. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170178>.

SASSERON, L. H. CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/445/263>. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

SCHNETZLER, R. P.; ANTUNES-SOUZA, T. Proposições didáticas para o formador químico: a importância do triplete químico, da linguagem e da experimentação investigativa na formação docente em química. *Química Nova*, v. 42, n. 8, p. 947-954, 2019. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170401>.

SILVA, D. C.; QUADROS, A. L. ; AMARAL, L. O. F. Os metais e a ligação metálica na dinâmica dos livros didáticos. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. *Anais [...]*. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/246.pdf>. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

SILVA, E. V. *Ligação metálica e metais nos livros de química aprovados no PNL D 2015*. 2018. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Centro de Educação, Universidade Federal de Alagoas, 2018. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/3153>. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

SOL, T.; SÁNCHEZ, A.; BREDÁ, A.; FONT, V. e HUMMES, V. B. Análisis de las reflexiones de los futuros profesores de matemáticas sobre los errores que cometen en su práctica docente. In: BLANCO, T. F.; GARCÍA, C. N.; SANTIAGO, M. C. C. e SOMOZA, J. A. G. C. (coord.) *Investigación en Educación Matemática XXV*. Sociedad Española de

Investigación en Educación Matemática, Santiago de Compostela, 2022, p. 549-557.  
Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=891519>. Acesso em 29 de dezembro de 2025.

XAVIER, L. N.; BAHIA, B. C. M. e SILVA, A. M. O fator tempo na organização e desenvolvimento do trabalho docente. *Revista de História da UESPI – Dossiê Vozes, Pretérito & Devir*, v. 8, n. 1, p. 7-21, 2018. Disponível em: <https://revistavozes.uespi.br/index.php/revistavozes/article/view/175/187>. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. 1. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998.

## 6. CRITÉRIOS DE ADEQUAÇÃO DIDÁTICA NO PLANEJAMENTO E NA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE QUÍMICA<sup>8</sup>

### RESUMO

O ato de instruir, bem como o planejamento da instrução, é orientado por critérios explícitos ou implícitos na prática pedagógica. Este estudo qualitativo de caso instrumental analisa os critérios que orientaram o planejamento e a execução de uma sequência didática sobre conservação de alimentos por duas professoras de Química em turma do 1º ano do Ensino Médio, numa escola pública estadual de Jequié (BA). Por meio dos Critérios de Adequação Didática (CAD) do Enfoque Ontossemiótico como instrumento analítico, realizou-se triangulação entre planejamentos escritos, registros videográficos de seis aulas (200 minutos) e entrevistas pré/pós-implementação. Os resultados mostraram predominância do critério afetivo (forte), níveis médios nos critérios de meio, ecológico e interacional, e fragilidade nos critérios epistêmico e cognitivo – evidenciando desafios à exigência conceitual em contextos reais de ensino público. O CAD demonstrou potencial como ferramenta para a reflexão docente e a formação continuada, mas expôs limites à aplicação autônoma sem mediação teórica. Estes achados contribuem para debates sobre planejamento didático na Didática das Ciências e desenvolvimento profissional docente no Ensino Médio brasileiro.

**Palavras-chave:** enfoque ontossemiótico, critérios de adequação didática, formação de professores de ciências, didática das ciências, ensino de química.

### **Indicators governing chemistry teaching planning and practice based on Didactic Adequacy Criteria**

### **Abstract**

The act of instruction, as well as lesson planning, is guided by explicit or implicit criteria in pedagogical practice. This instrumental qualitative case study analyzes the criteria that oriented the planning and implementation of a didactic sequence on food preservation by two Chemistry teachers in a 1st-year High School class at a public state school in Jequié (BA, Brazil). Through the Didactic Suitability Criteria (CAD) from the Ontosemiotic Approach as an analytical tool, triangulation was conducted between written plans, video recordings of six lessons (200 minutes), and pre/post-implementation interviews. Results showed dominance of the affective criterion (strong), medium levels in the criteria of means, ecological, and interactional, and weakness in epistemic and cognitive criteria—highlighting challenges to

---

<sup>8</sup> Artigo submetido a Revista Revemop

conceptual demand in real public teaching contexts. CAD demonstrated potential as a tool for teacher reflection and continuing education but exposed limits to autonomous application without theoretical mediation. These findings contribute to debates on lesson planning in Science Didactics and teacher professional development in Brazilian High School.

**Keywords:** ontosemiotic approach, didactical suitability criteria, science teacher training, science didactics.

## 6.1. Introdução

Todo professor e toda professora empregam critérios no momento de organizar sua instrução. Na formação de professores de Ciências da Natureza, a Didática das Ciências tem o papel central de fornecer os subsídios teórico-metodológicos para a aquisição e construção desses critérios, que se manifestam de forma multidimensional na prática pedagógica. Com efeito, as práticas docentes refletem a atuação desses critérios em diferentes âmbitos – do epistemológico ao afetivo –, como, por exemplo, a contribuição da Didática das Ciências para que professores de Química desenvolvam critérios na seleção de representações visuais externas, essencial à competência de visualização no ensino dessa disciplina (Tonyalli et al., 2023).

Um momento crítico para o sucesso da prática pedagógica é o planejamento, que constitui o ponto de partida para a mobilização consciente desses critérios didáticos. No entanto, o planejamento permanece sub explorado no ensino de Ciências (Alves & Bego, 2020; Krepf & König, 2022), tanto na formação docente quanto na pesquisa empírica. Prado et al. (2024) destacam que a maioria dos estudos sobre planejamento se restringe a contextos controlados ou autorrelatos, sendo raras as investigações em ambientes naturais de ensino público, especialmente no Ensino Médio brasileiro, em que políticas curriculares como a BNCC tensionam as práticas docentes nas redes estaduais.

Sendo ato consciente e ético-político, o planejamento não apenas orienta a instrução, mas estimula a reflexão sobre escolhas metodológicas e teóricas (Alves & Bego, 2020; Bego, Alves & Luz, 2025; Chancí, 2011). Großmann e Krüger (2023) associam o planejamento ao ensino de Ciências de alta qualidade, advertindo a necessidade de instrumentos analíticos validados empiricamente para a avaliação do planejamento. Esta pesquisa busca inovar ao transpor os Critérios de Adequação Didática (CAD), originalmente desenvolvidos na Didática da Matemática (Godino, Batanero & Font, 2019), para o ensino de Ciências, especificamente

Química, como ferramenta prescritivo-descritiva pioneira no estudo do planejamento e da avaliação de práticas pedagógicas em contextos escolares.

O objetivo central deste estudo é identificar e analisar os critérios que orientaram o planejamento e a execução de uma sequência didática sobre conservação de alimentos, desenvolvida por duas professoras de Química em turma do 1º ano do Ensino Médio Técnico (Nutrição) de escola pública estadual em Jequié (BA). Por meio de triangulação entre planejamentos escritos, registros videográficos de aulas e entrevistas reflexivas pré/pós-implementação, responde-se à pergunta: Quais critérios didáticos orientaram a prática pedagógica dessas docentes ao planejarem e implementarem uma sequência sobre conservação de alimentos?

Esta pesquisa propõe uma aplicação inédita dos CAD ao ensino de Química, contribuindo para a Didática das Ciências com um instrumento multidimensional de análise do planejamento; para a formação continuada, ao evidenciar potencialidades e limites do CAD como dispositivo reflexivo; e para políticas educacionais, ao documentar desafios à exigência conceitual em redes públicas sob pressão curricular.

## **6.2. Critérios de Adequação Didática**

A Didática da Matemática oferece uma proposta consolidada por pesquisadores comprometidos com a formação docente, questionando: qual conhecimento didático-matemático um professor precisa para ensinar "boa matemática"? (Breda, Font & Lima, 2015). A Teoria do Enfoque Ontossemiótico do Conhecimento e Instrução Matemática (EOS; Godino, Batanero & Font, 2019) postula cinco níveis de análise – institucional, instrucional, semiótico, semântico e processual – para compreender o conhecimento matemático como fenômeno complexo, multimodal e contextualizado, incluindo seu planejamento.

O EOS propõe seis Critérios de Adequação Didática (CAD), cujos componentes são detalhados na Tabela 1. Em seu conjunto, esses critérios formam um instrumento teórico-metodológico integrado para análise prescritiva e descritiva da prática pedagógica, permitindo avaliar processos de ensino-aprendizagem e orientar intervenções reflexivas (Godino, Batanero & Font, 2019). Concebidos como "regras de correção" para consenso sobre "boa educação matemática", os CAD transcendem a Matemática: sua estrutura multidimensional – epistêmica, cognitiva, interacional, afetiva, meio e ecológica – alinha-se também à Didática das Ciências, que enfatiza a adequação de representações, demandas conceituais e contextos socioculturais no ensino das Ciências da Natureza (Mortimer & Scott, 2003; Cachapuz et al., 2011).

No Brasil, dialogando com estudos sobre planejamento docente (Alves & Bego, 2020; Prado et al., 2024), os CAD potencializam a análise de práticas reais, revelando assimetrias entre intenção e execução – como a predominância afetiva sobre a epistêmica (Morais, 1991; Bernstein via Souza & Santos, 2018). Breda, Bolondi & Silva (2021) validam-nos empiricamente para reflexões instrucionais, enquanto instrumentos semelhantes na Didática da Química (ex. critérios de idoneidade epistêmica; Santos, Santos & Souza, 2024) confirmam sua adaptabilidade.

Em seu conjunto, os CAD compõem um instrumento de análise teórico-metodológico para a prática pedagógica, e seu uso permite tanto avaliar os processos de ensino e aprendizagem como também orientar intervenções na prática, visando seu aperfeiçoamento. Segundo Godino, Batanero e Font (2019), os critérios de adequação didática devem ser entendidos como regras de correção que devem ser aplicadas quando se pretende chegar a um consenso ao que pode ser considerado o melhor para a educação matemática.

Além disso, de acordo com Breda, Bolondi e Silva (2021), este é um instrumento poderoso para organizar as reflexões e avaliações dos processos de instrução que são realizados pelos professores. Em nossa pesquisa, incorporamos e adaptamos este instrumento para investigar sua potencialidade na formação de professores de Ciências da Natureza. Para a operacionalização desses construtos para a análise de práticas pedagógicas foi definido um conjunto de componentes e indicadores observáveis que servem de guia para a análise e a avaliação do processo de instrução em qualquer etapa educacional (Breda, Bolondi & Silva, 2021).

| <b>Critérios</b> | <b>O que eles significam?</b>  | <b>Componentes</b>   |
|------------------|--|--|
| Epistêmico       | Avalia a adequação do conteúdo científico.                                     | Representatividade; erros conceituais e procedimentais; ambiguidades; variedade de atividades. |
| Cognitivo        | Verifica o alinhamento ao nível cognitivo dos alunos e a aquisição pretendida. | Conhecimentos prévios; adaptação curricular; aprendizagem e demandas cognitivas.               |
| Interacional     | Analisa a resolução de dúvidas via interação.                                  | Interação aluno-aluno e aluno-professor; autonomia; avaliação formativa.                       |

|           |  |  |
|-----------|--|--|
| Afetivo   | Avalia o envolvimento emocional-motivacional.      | Emoções; interesses; atitudes e valores.   |
| Meio      | Avalia os recursos materiais e o tempo disponível. | Recursos materiais; número de alunos; horários.  |
| Ecológica | Verifica a adequação curricular e contextual.      | Adaptação curricular; relações inter e intradisciplinar; ciência, tecnologia e sociedade (relações CTS); questões sociocientíficas; história e filosofia das ciências. |

**Quadro 1.** Critérios de Adequação Didática e seus componentes. Fonte: Adaptado de Godino, 2012.

Inspirados nos resultados positivos de pesquisas da educação matemática que utilizam os CAD é que, desde 2020, estamos investigando a incorporação dos critérios ao ensino de Ciências (Santos, Santos & Quadros, no prelo; Santos, Santos & Souza, 2024). Na adaptação do instrumento que realizamos foram considerados aspectos e características consensuados pela Didática das Ciências, como por exemplo, a inserção das relações Ciências Tecnologia e Sociedade bem como as questões sociocientíficas e a História e Filosofia das Ciências. Com base em nossa indagação de pesquisa, os objetivos deste estudo foram identificar os critérios que orientaram a prática pedagógica de duas professoras de Química a partir do Instrumento Critério de Adequação Didática, e examinar sua potencialidade para o planejamento e avaliação de processos de ensino de Ciências.

### 6.3. Metodologia

Trata-se de uma investigação interpretativa com abordagem qualitativa, pois buscamos identificar quais critérios orientam o planejamento e o ensino de uma sequência didática em Química, analisando tanto as práticas de ensino quanto as reflexões que emergem ao longo de seu desenvolvimento. O estudo insere-se em uma escola pública estadual localizada em zona urbana do município de Jequié (BA), vinculada à Secretaria de Educação do Estado da Bahia, que oferta o Ensino Médio com cursos técnicos integrados. As aulas analisadas ocorreram em uma turma de 1º ano do Ensino Médio, na qual as duas professoras participantes atuam como docentes efetivas há mais de uma década, em regime estável de trabalho.

A pesquisa está articulada a um projeto mais amplo sobre sequências didáticas no ensino de Ciências da Natureza, desenvolvido em parceria entre universidade pública e rede estadual,

voltado à formação continuada de professores com base nos Critérios de Adequação Didática (CAD). A primeira autora deste artigo, atuou como pesquisadora de campo, responsável pela coleta e organização dos dados; o segundo autor, formador das participantes no projeto maior, atuou na concepção do estudo, na adaptação do instrumento CAD ao contexto da Química e na discussão analítica dos dados. Essa dupla condição de formador–pesquisador é assumida e mobilizada como posição reflexiva na interpretação dos resultados.

A seguir, descrevemos as fases do estudo:

Fase 1 - O caso analisado foi selecionado a partir de um coletivo de professores de Ciências que participou, entre 2020 e 2022, de um projeto de pesquisa intitulado *Um estudo sobre sequências didáticas para o ensino de Ciências baseado no uso dos CAD*. Nesse projeto, os docentes foram formados no uso dos CAD como instrumento de planejamento e avaliação de suas práticas. Para este artigo, selecionamos duas professoras licenciadas em Química, ambas mestres pelo Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), que integram o quadro efetivo da Secretaria Estadual de Educação da Bahia e possuem, respectivamente, 21 e 19 anos de docência. As professoras, aqui denominadas Rosa e Lili, trabalham na mesma unidade escolar e planejaram e desenvolveram conjuntamente uma sequência sobre o tema “conservação dos alimentos” para uma turma do curso técnico de Nutrição.

Fase 2 - Todos os professores participantes do projeto maior disponibilizaram seus planejamentos escritos de sequência didática, bem como calendário, horários de aula, critérios de seleção da turma, atividades, exercícios e materiais a serem utilizados com os estudantes. A escolha do tema ou conteúdo ficou a critério de cada docente. Para este estudo, tomamos como corpus o conjunto de documentos produzidos por Rosa e Lili relativos à sequência sobre conservação de alimentos.

Fase 3 – Após elaborarem o planejamento escrito, as professoras realizaram uma primeira avaliação de seus planos com base no Instrumento CAD, previamente adaptado para o ensino de Ciências pelos autores deste artigo (Santos, Santos & Quadros, no prelo). Essa etapa foi registrada em vídeo e posteriormente transcrita na íntegra. Munidos do instrumento, os docentes deveriam atribuir níveis forte, médio ou fraco a cada descritor contemplado no planejamento: nível forte quando o descritor era plenamente atendido, médio quando parcialmente atendido e fraco quando não atendido. Para detalhes do instrumento, remetemos a Santos, Santos e Souza (2024).

Fase 4 – Todas as aulas da sequência foram registradas em vídeo e transcritas integralmente. No caso analisado, a sequência foi composta por seis aulas conjugadas, totalizando 200 minutos de duração. Além dos vídeos, utilizamos um caderno de campo para registrar impressões do pesquisador, situações não captadas pela câmera e aspectos do contexto institucional relevantes à análise. O desenho da sequência didática está sintetizado na Tabela 2.

| AULA-<br>DATA             | ENFOQUE<br>METODOLÓGICO      | DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE   |
|---------------------------|------------------------------|--|
| Aulas 1 e 2 -<br>20/11/22 | Atividade<br>Experimental    | Estudo de conservantes a partir do escurecimento da maçã, realizado no laboratório escolar, com a turma dividida em cinco grupos. Cada grupo recebeu um roteiro com orientações, e as professoras prepararam previamente reagentes, instrumentos e vidrarias.  |
| Aulas 3 e 4 -<br>28/11/22 | Aula Expositiva<br>Dialogada | Apresentação de conceitos sobre conservantes de alimentos por meio da leitura de texto, apresentação de slides e análise de rótulos levados por alunos e professoras, abordando nomenclatura, quantidade de conservantes e aditivos, segurança alimentar, conservantes naturais, saúde e desperdício.  |
| Aulas 5 e 6 -<br>06/12/22 | Atividade<br>Autódromo       | O autódromo, um jogo de perguntas e respostas, foi desenvolvido na biblioteca. A turma foi dividida em quatro grupos, cada um com placas A, B e C correspondentes às alternativas das questões elaboradas pelas professoras. Uma docente lia as perguntas e alternativas; os grupos discutiam e escolhiam uma resposta; ao sinal da P1, levantavam a placa escolhida, enquanto P2 registrava as respostas no quadro e atribuía pontuações. |

**Tabela 2.** Desenho da sequência didática Fonte: Os Autores.

Fase 5 – Após o desenvolvimento da sequência, as professoras foram convidadas a realizar uma segunda avaliação, agora centrada no que de fato ocorreu nas aulas. Utilizando novamente o Instrumento CAD, atribuíram níveis aos descritores considerando o grau de realização efetiva dos critérios em sala de aula. Essa etapa também foi registrada em vídeo e transcrita integralmente.

Fase 6 – Na fase final, procedeu-se ao estudo das aulas gravadas, das transcrições das avaliações e das notas de campo, buscando inferir quais critérios de adequação didática emergiram na prática pedagógica. Realizou-se uma triangulação entre (a) a avaliação do planejamento, (b) a observação das aulas e (c) a avaliação pós-implementação, de modo a identificar convergências, tensões e deslocamentos na forma como as professoras mobilizaram e compreenderam os diferentes critérios ao longo do processo.

#### **6.4. Apresentação E Análise Dos Dados**

Os dados são apresentados nas Tabelas 3-8, organizados por critério de adequação didática. Cada tabela triangula três fontes: (1) Avaliação prévia correspondente ao planejamento escrito pelas professoras, (2) Observação direta, correspondente às aulas registradas em vídeo e no caderno de campo, e (3) Avaliação posterior, correspondente à reflexão das professoras após a implementação da sequência. Os níveis atribuídos são: Forte (o critério é plenamente atendido), Médio (o critério é parcialmente atendido), e Fraco (o critério não é atendido).

Tabela 3: Triangulação do critério epistêmico. Componentes: Representatividade, Erros conceituais e procedimentais; Ambiguidades; Variedade de tarefas.

| Momento               | Nível atribuído | Evidências observadas   |
|-----------------------|-----------------|---|
| Pré-<br>implementação | Forte           | <p>“Levamos em consideração apenas os objetivos conceituais”. “Esperamos que os alunos compreendam as transformações químicas como processos em que as interações entre os materiais utilizados no experimento podem ou não ser acompanhadas de evidências visualmente perceptíveis, esperamos também, aprimorar as capacidades de representação das transformações químicas e a linguagem discursiva, que eles [alunos] percebam a importância do conhecimento científico para promover escolhas conscientes para melhoria da qualidade de vida”. “Pensamos em criar situações problemas, claro que de forma moderada por causa do pouco tempo e das demandas da própria escola. Em relação à seleção de conceitos que serão trabalhados, vamos dar destaque aos principais conceitos. Claro que durante a explicação do conteúdo esperamos explorar diferentes formas de representar o conceito, não tem como dentro da química você não variar as formas de representação”. “Sim, sempre existe essa preocupação com a apresentação dos conceitos justamente para que se evite erros e isso não é um problema, em se detectando o erro a gente volta e corrige até porque, pode acontecer”. “Sempre tentamos explorar diferentes formas de apresentar o conteúdo justamente para tentar alcançar todos os alunos, a gente sabe que cada um tem sua forma de aprender”. “Após uma atividade experimental sempre há uma discussão dos resultados; no curso de nutrição a manipulação da atividade prática é sempre realizada em dupla porque um ajuda o outro. Sobre o uso das analogias o próprio conteúdo alimentos faz com que você explore o uso de analogias. A gente vai trabalhar com algo que é do cotidiano deles.”</p> |

|                       |       |   |
|-----------------------|-------|---|
| Observação das aulas  | Fraco | Tanto objetivos conceituais como procedimentais foram observados, uma vez que houve a realização de uma atividade em laboratório com participação direta dos alunos; também houve discussões em sala de aula, mas sem estímulo à argumentação; não se verificou nenhuma situação problema; os conceitos foram apresentados de forma simples e sem muito rigor conceitual; as atividades desenvolvidas foram variadas, embora a leitura de rótulos só tenha sido possível porque as professoras levaram esses materiais.                 |
| Pós-<br>implementação | Fraco | “Acabamos contemplando ambos [objetivos conceituais e procedimentais] isso ocorre muito no trabalho do professor muitos desses critérios a gente atende na nossa prática, mas não nos damos conta”. “Poderíamos ter problematizado, talvez numa próxima a gente possa trabalhar dentro dessa perspectiva da problematização, mas tudo isso vai depender da turma”. “Nós não trabalhamos de forma complexa. Infelizmente não alcançamos 100% dos alunos, sempre tem um ou outro aluno que fica disperso, tem a questão da indisciplina”. |

Em síntese, embora o atendimento a este critério tenha sido planejado como forte, foi observado e reavaliado como fraco pelas professoras. Antes da implementação, as professoras afirmaram contemplar plenamente os componentes do critério epistêmico. Contudo, a observação das aulas revelou ausências significativas: não houve levantamento de conhecimentos prévios nem exploração de representações multimodais, prevalecendo a exposição oral em detrimento de outras formas de abordagem conceitual – uma limitação crítica em Química, campo notoriamente abstrato. Embora as professoras reconheçam terem contemplado objetivos procedimentais e atitudinais "acidentalmente", apesar de planejarem apenas objetivos conceituais, a triangulação permite inferir que o critério epistêmico ocupa uma posição secundária em sua prática pedagógica. Assim, atribuímos-lhe nível fraco, pois seus componentes essenciais não foram atendidos na prática.

Essa fragilidade fica exemplificada no discurso das professoras sobre exigência conceitual. Como alertam Pires, Morais e Neves (2004), o nível de exigência conceitual constitui fator limitante crucial para práticas pedagógicas que promovam a aprendizagem de todos os alunos. Neste caso, a falta de representações multimodais e de problematização comprometeu a exigência conceitual.

Tabela 4. Triangulação do Critério Cognitivo (Componentes: conhecimentos prévios, adaptação curricular, demandas cognitivas).

| Momento                 | Nível atribuído | Evidências observadas  |
|-------------------------|-----------------|--|
| Pré-<br>implementação   | Forte           | <p>“Pensamos em realizar alguma atividade diagnóstica, mas não definimos nenhuma atividade”.</p> <p>“A gente não pensou sobre essa questão de nível de exigência conceitual das atividades. Preferimos verificar essas questões durante o desenvolvimento da aula mesmo, quando começarmos a trabalhar o conteúdo são quando essas questões surgem durante a aula”.</p>  |
| Observação das<br>aulas | Fraco           | <p>Não há levantamento dos conhecimentos prévios;</p> <p>A explicação é simplificada, de pequena exigência conceitual;</p> <p>Não foi desenvolvida nenhuma atividade de sondagem da aprendizagem;</p> <p>Na última aula durante uma atividade em grupo houve um jogo de perguntas e resposta. As questões estavam relacionadas com a atividade experimental;</p> <p>A prova final é o instrumento utilizado para avaliação da aprendizagem.</p>  |
| Pós-<br>implementação   | Médio           | <p>“Nós até conversamos sobre adicionar alguma atividade para fazer esse levantamento [de ideias prévias], mas acabamos que não realizamos”;</p> <p>“A gente sempre planeja pensando em atingir o todo, mas a gente sabe que nem sempre conseguimos”;</p> <p>“Em relação a essa seleção de conceitos a gente foi vendo durante o desenvolvimento da sequência e do desempenho dos alunos”;</p> <p>“As atividades que realizamos tinham esse propósito, por exemplo, a atividade experimental tinha o propósito de trabalhar em grupo, trocar informações, desenvolver a autonomia, a interação entre eles, depois veio a leitura do texto, a leitura dos rótulos e a atividade de autódromo, justamente para trabalhar vários aspectos”.</p> |

A partir das falas produzidas pelas professoras na etapa anterior ao desenvolvimento da sequência didática, identificamos que elas atribuem um nível forte ao critério cognitivo em sua própria prática. Essa autoavaliação, entretanto, contrasta com os indícios que emergem tanto do planejamento quanto das aulas observadas. Em primeiro lugar, não há, no plano de ensino nem na prática registrada, uma atividade sistemática de levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, condição central para ajustar as demandas cognitivas às possibilidades reais da turma. Ademais, quando questionadas sobre o nível de exigência conceitual das tarefas propostas, as docentes indicam não ter considerado esse aspecto como um parâmetro explícito de organização da sequência, o que sugere que o critério cognitivo ocupa um lugar pouco tematizado nas suas decisões didáticas. Em termos do Enfoque Ontossemiótico, os conhecimentos que os estudantes trazem para o contexto da instrução são fundamentais tanto para a construção de novos significados quanto para que o professor estabeleça trajetórias de aprendizagem orientadas a um determinado patamar de complexidade cognitiva; sua não problematização tende a fragilizar a adequação cognitiva do processo de ensino. Coerentemente com essa leitura, os registros das aulas mostram que a apresentação de conceitos, as perguntas dirigidas à turma e as situações-problema formuladas configuram, em sua maioria, demandas de baixa complexidade, com reduzida exigência de elaboração conceitual ou de mobilização de diferentes registros representacionais. Assim, embora as professoras se atribuam um nível forte no critério cognitivo, a análise do corpus empírico indica tensões e inconsistências que nos levam a caracterizar esse critério como fragilizado no caso em estudo.

Tabela 5. Triangulação do Critério de Adequação de Meios (Componentes: Recursos Materiais; Número de alunos, horários e condições do ambiente da sala de aula; Tempo)

| Momento              | Nível atribuído | Evidências observadas  |
|----------------------|-----------------|--|
| Pré-implementação    | Forte           | <p>A gente planejou usar vários recursos, explorar os espaços da escola, o laboratório, depois a sala de aula e o espaço da biblioteca;</p> <p>No curso de nutrição nós temos em média 30 alunos por turma é um número razoável que dá para trabalhar;</p> <p>O tempo é mais do suficiente para trabalhar todos os conceitos.</p>  |
| Observação das aulas | Forte           | <p>A escola possui vários espaços, há mais de um laboratório de Ciências, biblioteca e as salas de aulas são amplas;</p> <p>Há equipamento e recursos materiais como projetor, vidraria, papel, os alunos possuem o livro didático;</p> <p>Durante a observação muitos alunos estavam ausentes e as professoras conseguem atender os alunos individualmente;</p> <p>Como as aulas são conjugadas as professoras dispõem de tempo suficiente para desenvolver o conteúdo.</p>   |
| Pós-implementação    | Forte           | <p>A gente sempre tenta usar tudo que podemos em relação aos recursos que a escola possui [...] você viu que cada grupo tinha seu kit para realizar a prática;</p> <p>Nessa turma que a gente desenvolveu a sequência são 39 matriculados era uma turminha grande, mas os que frequentam mesmo são 30 alunos;</p> <p>Em relação ao horário, essa turma foi beleza, mas tem outras turmas mesmo que tenho uma aula na terça no primeiro horário e depois no último horário da sexta-feira. Assim o trabalho fica mais complicado.</p> |

Podemos afirmar que, no caso analisado, o critério de adequação de meios se configura predominantemente como forte tanto no planejamento quanto na implementação da sequência. Mais do que a mera disponibilidade de infraestrutura física, o que se evidencia é um arranjo de condições materiais e organizacionais que favorece a realização das atividades previstas, em particular pela existência de laboratórios vinculados ao curso técnico e pela possibilidade de mobilizá-los de modo articulado às tarefas propostas. Embora o número de estudantes matriculados (39) seja elevado para um trabalho mais individualizado, a combinação entre baixa frequência efetiva e aulas conjugadas cria um cenário em que as professoras conseguem gerir o tempo e o espaço didático de forma a oferecer intervenções mais próximas às necessidades dos alunos quando estas se manifestam. Nesse sentido, o critério de meios não atua apenas como um pano de fundo logístico, mas como um componente que amplia a margem de manobra pedagógica das docentes, contribuindo para que a sequência se concretize em condições relativamente favoráveis à experimentação e ao acompanhamento das aprendizagens.

Quadro 6: Critério de Adequação Interacional (Componentes: Interação docente-discentes; Interação entres os discentes; Autonomia; Avaliação formativa)

| Momento              | Nível atribuído | Evidências observadas  |
|----------------------|-----------------|--|
| Pré-implementação    | Forte           | <p>Nós permitimos a interação entre os alunos as atividades propostas nessa sequência, por exemplo, favorecem muito a interação. Normalmente, realizamos muitas perguntas e claro que nossa postura deve ser sempre de mediadora do conhecimento, no entanto, precisamos lembrar que o fato de realizar muitas perguntas não significa que os alunos respondam, é pouca a participação dos alunos.</p> <p>Bem, sobre a autonomia as atividades favorecem a autonomia dos alunos, pois são eles os responsáveis pela construção do próprio conhecimento. Somos somente mediadoras nesse processo de construção do conhecimento.</p> <p>Normalmente, discutimos os resultados da avaliação de maior peso, como uma devolutiva, uma espécie de revisão do que foi discutido durante aquela unidade. Sempre que podemos fazemos uma avaliação processual, mas sem muitas cobranças. Na verdade, não pensamos em realizar uma avaliação de todo processo, fazer anotações, fazer um registro não.</p> |
| Observação das aulas | Médio           | <p>O clima das aulas era bastante acolhedor, favorecendo o intercâmbio entre as professoras e os alunos e entre os próprios alunos;</p> <p>A aula experimental e a atividade de autódromo foram realizadas em grupo;</p> <p>É pequena a participação dos alunos, as professoras estimulam sua participação, mas sem sucesso.</p> <p>Não registramos a realização de perguntas que demandassem elaboração de argumentos e generalizações.</p>   |

|                   |       |   |
|-------------------|-------|---|
| Pós-implementação | Forte | <p>A sequência favoreceu a comunicação entre eles. Por nossa experiência com a primeira unidade já sabíamos que quando a atividade favorece a troca entre eles, eles respondem melhor.</p> <p>Buscamos essa interação, permitimos o espaço para que haja essa troca, que eles [os alunos] façam perguntas, mas muitas vezes os alunos não participam. Você viu que a gente não tem problema com indisciplina. O papel do professor é criar a oportunidade, mas nem sempre temos o retorno.</p> <p>Por isso pensamos na atividade experimental e nesse tema [conservação de alimentos]. Eles foram responsáveis pela condução da atividade, a gente estava lá para eventuais dúvidas e esse tipo de atividade favorece essa autonomia.</p> <p>Em relação à avaliação a gente tem que considerar a avaliação de maior peso, a avaliação processual costumamos planejar uma atividade como foi o autódromo que já é uma atividade mais flexível, não tem como fugir desse modelo de avaliação [prova].</p> |
|-------------------|-------|---|

Para o critério de adequação interacional, a análise das práticas das professoras aponta para um nível médio, caracterizado por uma interação aluno-professor e aluno-aluno que, embora funcional, não atinge a profundidade necessária para a construção coletiva de saberes. A ausência de indisciplina na turma cria um ambiente propício à comunicação, e as docentes incentivam momentos de conversa entre pares, materializados em duas atividades grupais explicitamente voltadas ao diálogo sobre o tema da conservação de alimentos. Contudo, a natureza predominantemente diretiva das interações — evidenciada nas perguntas simples, que demandam respostas factuais em vez de argumentação elaborada, pensamento analítico ou posicionamento crítico — limita o potencial transformador do critério, mantendo-o aquém de uma dinâmica dialógica genuína. A atividade avaliativa “autódromo”, embora dinamize o fechamento da sequência, opera mais como um procedimento de verificação formativa do que como espaço para negociação de significados ou feedback reflexivo, o que reforça a configuração intermediária desse critério no caso analisado.

Quadro 7: Critério de Adequação Afetivo (Componentes: Interesses e necessidades; Atitudes e valores; Emoções).

| Momento              | Nível atribuído | Evidências observadas  |
|----------------------|-----------------|--|
| Pré-implementação    | Forte           | <p>Quando a gente pensou no tema alimentos foi justamente com a intenção de atrair o interesse dos alunos; [o tema] chama atenção justamente por serem futuros nutricionistas. A gente sempre pensa na vida profissional;</p> <p>A gente sempre busca estimular a participação de todos muitas vezes tentamos usar uma linguagem menos formal para tentar fazer os alunos participarem e quando os alunos começam a entender o conteúdo já mudamos também a forma de apresentar o conteúdo, usamos a linguagem científica.</p> |
| Observação das aulas | Média           | <p>As professoras tentam promover um ambiente que favoreça a participação de todos;</p> <p>As professoras desenvolveram as atividades que foram planejadas, ou seja, a atividade experimental e atividade de autódromo. A contextualização com o cotidiano e a vida profissional dos alunos é um aspecto positivo das professoras.</p>   |
| Pós-implementação    | Forte           | <p>Quando nós pensamos num tema a gente imagina que vai despertar o interesse dos alunos, aqui nós estamos preparando futuros profissionais para trabalhar com nutrição, então, esse tema tem tudo a ver com a questão profissional.</p>   |

No âmbito do critério de adequação afetivo, defende-se uma relação intrínseca entre dimensões emocionais-motivacionais e processos de aprendizagem, uma vez que a afetividade media as interações sociais e constitui um vetor fundamental para a apropriação de saberes (Fonseca, 2016). As professoras articulam o tema da conservação de alimentos à formação profissional dos estudantes do curso técnico de Nutrição, propondo atividades que visam mobilizar interesses práticos e sensibilidades éticas, como a leitura crítica de rótulos de produtos industrializados para identificar conservantes químicos e discutir seus impactos na saúde — incluindo riscos como câncer e alergias. Essa estratégia evidencia uma intenção deliberada de gerar envolvimento afetivo, reforçada pela delegação de protagonismo aos alunos em momentos práticos (como na manipulação de experimentos), na solicitação de materiais pessoais (nos rótulos para um painel coletivo, ainda que frustrada pela baixa adesão e suprida pela antecipação docente) e na introdução do jogo “autódromo” como dispositivo lúdico de avaliação formativa. Contudo, a ausência de validação imediata das respostas dos estudantes durante o jogo e o perfil comportamental da turma — caracterizado pela baixa participação e aparente desinteresse — revelam uma desconexão entre as intenções afetivas projetadas e as respostas efetivas dos alunos, comprometendo o ciclo de reforço motivacional. Diante disso, embora as professoras atribuam um nível forte ao critério afetivo com base em suas ações proativas, a análise revela tensões entre a agência docente e a receptividade discente, sugerindo que o impacto real permaneça mediado por fatores contextuais não plenamente controlados.

| Tabela 8: Critério de Adequação Ecológica (Componentes: Adaptação ao currículo; Relações inter e intradisciplinar; Questões sociocientíficas; História e Filosofia das ciências). |                 |   |
|---|-----------------|---|
| Momento   | Nível Atribuído | Evidencias Observadas   |
| Pré-Implementação   | Forte           | <p>Não consultamos a BNCC, nem outro documento, mas o conteúdo está dentro do programa do curso de Nutrição;</p> <p>Sobre as relações inter e intradisciplinares não as levamos em consideração, mas acredito que seria possível estabelecer essas relações com o professor de Biologia, no entanto os outros professores precisariam ser mais abertos em estabelecer tais parcerias;</p> <p>As questões sociocientíficas, a história e filosofia da ciência não foram consideradas, mas que o tema alimentos é um tema propício para discutir inúmeras questões. A história do sal mesmo poderia ser explorada tranquilamente.</p> |
| Observação Das Aulas  | Fraco           | <p>O conteúdo faz parte do currículo do curso Técnico em Nutrição, mas nenhum documento foi consultado para a elaboração do planejamento;</p> <p>Não foram estabelecidas relações inter e intradisciplinares durante a apresentação do conteúdo;</p> <p>As professoras afirmaram não contemplar questões sociocientíficas no planejamento, no entanto delas discutem questões relacionadas tais como: a superprodução de alimentos e a fome no mundo, o desperdício, a relação do uso de corantes e conservantes artificiais com doenças como o câncer, alergias, diabetes, entre outras.</p>                                       |
| Pós-Implementação   | Médio           | <p>O tema conservação de alimento faz parte do currículo do nosso curso; conversamos sobre procurar alguns colegas para estabelecer uma parceria, mas não foi possível. O tema alimentos possibilita explorar muitos aspectos, como por exemplo, a compostagem; daria para explorar muita coisa. Na</p>   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>hora da aula lembrei do mito da mistura de alimentos, como por exemplo, da manga com leite, do abacaxi com ovo, uma questão que surgiu na época colonial, que é interessante pensar. E que poderíamos explorar essa questão e daí contemplaria essa relação da história, mas quem sabe numa próxima.</p> |
|--|--|---|

Durante a avaliação do Critério de Adequação Ecológica, as professoras justificaram a escolha do tema "conservação de alimentos" por sua inserção direta no currículo do curso técnico de Nutrição, reconhecendo seu potencial para incorporar práticas colaborativas e questões sociocientíficas — elementos que poderiam enriquecer as relações CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) e a interdisciplinaridade. Contudo, essa potencialidade permaneceu latente, sem tradução efetiva em ações implementadas durante a sequência, o que evidencia uma adaptação curricular mais reativa às demandas formais do que proativa na reconfiguração contextual. Pela triangulação entre planejamento, falas reflexivas e observação das aulas, sob a lente do Instrumento CAD, caracterizamos o critério ecológico como de nível fraco, marcado por uma adequação parcial que atende aos requisitos mínimos, mas não explora plenamente as articulações curriculares e contextuais possíveis.

Diante da triangulação entre os discursos reflexivos das professoras, o planejamento e a observação direta das aulas — orientada pelo Instrumento CAD —, infere-se uma hierarquia de pesos nos critérios de adequação didática que reflete prioridades pedagógicas distintas: o critério afetivo emerge como o de maior centralidade, mobilizado proativamente para engajar os estudantes em torno de relevâncias profissionais e éticas; seguem-se os critérios de meios (favoráveis pela infraestrutura e gestão temporal), interacional (funcional, mas diretivo) e ecológico (parcialmente adaptado); já os critérios epistêmico e cognitivo ocupam posições periféricas, com fragilidades na densidade conceitual e nas demandas de complexidade, sugerindo desafios na incorporação plena dos CAD para uma prática mais robusta no ensino de Ciências.

## **6.5. Discussão**

O planejamento pedagógico constitui o espaço privilegiado onde o professor explicita sua visão de mundo, intenções didáticas e concepção sobre o ensino de Ciências (Morais, Bego & Giordan, 2021). Neste estudo, a aplicação do Instrumento CAD a uma sequência didática de Química em contexto técnico revelou uma hierarquia de centralidades pedagógicas: afetivo e meios como fortes, interacional e ecológico como médios, epistêmico e cognitivo como frágeis.

Não há dúvida de que o critério afetivo é crucial para o desenvolvimento intelectual, pois a construção do conhecimento não se restringe a processos cognitivos de raciocínio, mas está intrinsecamente conectada às emoções. Disciplinas das Ciências da Natureza, frequentemente percebidas como difíceis e exigentes, geram desinteresse e até medo entre estudantes — tanto aqueles que se julgam capazes quanto os que se consideram sem inclinação científica —, o que reforça a relevância de estratégias afetivas fortes como as identificadas.

Essa configuração hierárquica expõe, contudo, uma assimetria estrutural: a priorização de dimensões relacionais e logísticas em detrimento da densidade epistêmica-cognitiva. Como Godino, Batanero e Font (2019) argumentam, contemplar critérios isoladamente é simples, mas o equilíbrio entre eles define a adequação didática plena — "um barco não afunda se não levar carga equilibrada" (p. 10).

O critério epistêmico, classificado como fraco, representa o maior desafio analítico dos CAD, pois sua adequação deve alinhar-se ao nível cognitivo dos estudantes e à complexidade inerente do conhecimento químico (Breda et al., 2015). A Química distingue-se por sua natureza abstrata e submicroscópica, demandando uma linguagem própria que mobiliza múltiplas representações semióticas (Lemke, 1997). Um nível epistêmico fraco sugere que as professoras calibraram suas práticas à percepção de que os alunos ainda não dominam essa complexidade representacional, o que explica tanto a baixa participação discursiva da turma quanto a modesta exigência conceitual das perguntas e tarefas.

Essa fragilidade não é neutra: práticas e discursos escolares comuns frequentemente empobrecem o aprendizado, perpetuando um ensino cujas orientações epistemológicas divergem dos estudos sobre a natureza do conhecimento científico (Cachapuz et al., 2011). As consequências são graves e duradouras — desde a vulnerabilidade à desinformação e ao negacionismo até riscos à saúde pública, desvalorização da Ciência e desinteresse juvenil por carreiras científicas —, especialmente em contextos técnicos onde o letramento químico deveria ser instrumental.

Este estudo aporta uma aplicação pioneira dos CAD ao ensino de Química em contexto brasileiro, revelando três contribuições específicas: um diagnóstico empírico da assimetria prática: avaliamos a tensão entre intenções afetivas fortes e fragilidades epistêmico-cognitivas, mostrando que boas intenções relacionais não compensam uma baixa densidade conceitual em disciplinas abstratas; evidência da função reflexiva do CAD: A triangulação pré/pós-implementação demonstra que o instrumento não apenas orienta o planejamento, mas catalisa metarreflexões críticas sobre limitações contextuais, como evidenciado na fala da professora Rosa: "Quando planejamos pensamos que tudo dará certo, mas na realidade dos alunos ficamos no meio-termo". E por fim, oferecemos uma rota para a formação docente situada: os CAD revelam-se particularmente potentes para a formação continuada em serviço, pois tornam visíveis incongruências entre o planejamento e a prática, oferecendo alavancas concretas para intervenção formativa.

## 6.6. Considerações

Este estudo identificou os critérios de adequação didática (CAD) que regeram o planejamento e a execução de uma sequência didática de Química por duas professoras em contexto de ensino técnico, revelando uma assimetria estrutural: predominância dos critérios afetivo e meios (fortes), configuração intermediária dos critérios interacional e ecológico (médios), e fragilidade dos critérios epistêmico e cognitivo. O Instrumento CAD, ancorado no Enfoque Ontossemiótico, demonstrou-se uma ferramenta teórico-metodológica robusta para essa análise, permitindo triangulação holística entre planejamento escrito, discursos reflexivos e observação em sala de aula, com capacidade diagnóstica para revelar incoerências entre intenção projetada e prática efetiva.

A complexidade do conhecimento químico — caracterizado por sua natureza submicroscópica, abstração e sistema semiótico próprio — exige planejamento que equilibre adequação contextual e densidade epistêmica-cognitiva. Adaptar conteúdos científicos não equivale a simplificá-los, mas a trabalhar com "conhecimentos e habilidades de alta complexidade e abstração" (Afonso et al., 2013, p. 15). Uma simplificação excessiva, por sua vez, confina o aprendizado a fatos isolados e memorização mecânica, comprometendo o letramento químico essencial em contextos profissionais.

Os resultados exploram as potencialidades reflexivas do CAD, evidenciando sua função não apenas analítica, mas também interventiva: ao tornar visíveis desequilíbrios entre os critérios, o instrumento catalisa metarreflexões que orientam ajustes práticos na sequência didática. Contudo, sua eficácia depende da formação prévia dos docentes para reconhecer fragilidades epistêmico-cognitivas em disciplinas abstratas como a Química.

Para programas de formação de professores de Ciências, especialmente Química, propomos três estratégias operacionais baseadas nos achados:

Oficinas de densificação epistêmica: Treinamento na formulação de tarefas que integrem registros semióticos múltiplos (submicroscópico-macroscópico-simbólico), elevando a complexidade conceitual sem sacrificar a acessibilidade.

Simulações de equilíbrio CAD: Análise de sequências modelo onde professores atribuem níveis aos critérios, calibrando tensões entre dimensões afetivas/responsivas e epistêmicas/exigentes.

Mentoria baseada em triangulação: Uso sistemático do CAD como protocolo de supervisão, articulando análise quantitativa (níveis forte/médio/fraco) a discussões qualitativas sobre melhoria situada da prática.

O Instrumento CAD transcende o diagnóstico, constituindo-se uma tecnologia reflexiva para formação continuada que rompe ciclos de ensino empobrecido, promovendo práticas pedagógicas mais equilibradas, epistemicamente rigorosas e socialmente relevantes no ensino de Química.

## REFERÊNCIAS

- Afonso, M. (coord.), Alveirinho, D.; Tomás, H., Calado, S., Ferreira, S., Silva, P. & Alves, V. (2013). *Que ciência se aprende na escola?* Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos, 90. Disponível em: <https://ffms.pt/pt-pt/estudos/estudos/que-ciencia-se-aprende-na-escola> Acesso em: 18 dez. 2025.
- Alves, M., & Bego, A.(2020). A Celeuma em Torno da Temática do Planejamento Didático-Pedagógico: Definição e Caracterização de seus Elementos Constituintes. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências RBPEC* v. 20, 71–96. <http://doi:10.28976/1984-2686rbpec2020u7196>
- Bego, A. M., Alves, P. G. M. & Luz, A. R. da (2025). Revisão sistemática sobre estratégias didáticas publicadas ao longo dos 30 anos da QNEsc para subsidiar o planejamento de ensino e a formação de professores de Química. *Química Nova Escola – São Paulo-SP, BR* Vol. XX, N° YY, 1-12. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160477>
- Bego, A. M., Ferrarini, F. O. C., & Moralles, V. A. (2021). Resignificação dos estágios curriculares supervisionados por meio da implementação de Unidades Didáticas Multiestratégicas. *Educação Química em Punto de Vista*, 5(1), 5–28. <https://doi.org/10.30705/eqpv.v5i1.2530>
- Breda, A., Bolondi, G., & Silva, R de A. (2021). Enfoque Ontossemiótico da Cognição e Instrução Matemática: um estudo metanalítico das teses produzidas no Brasil. *Revemop*, v. 3, p. e202117, 26 jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.33532/revemop.e202117>.
- Breda, A., Font V. & Lima, V. M. do R.(2015). A noção de idoneidade didática e seu uso na formação de professores de matemática. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*,8(2), 1-41. <https://doi.org/10.17921/2176-5634.2015v8n2p%25p>
- Cachapuz, A. et al. (2011). *A necessidade de atualização do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez.
- Castro, P. M. & Ferreira, L. N. (2015) Representações Sociais de Calor por Estudantes de Graduação em *Química Quím. nova esc.* – São Paulo -SP, BR. Vol. 37, N° Especial 1, p. 26-34. <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150016>.
- Chancí, R. A. (2011). La planificación didáctica y el diseño instruccional en ambientes virtuales. *Investigación y Postgrado*, 26(2), 129-160. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/658/65830335002.pdf>
- Fonseca, V. da. (2016). Importância das emoções na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. *Revista Psicopedagogia*. São Paulo, vol. 33 nº 102. Disponível em: [https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84862016000300014](https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862016000300014). Acesso em: 19 jan, 2026.
- Godino, J. D., Batanero, C., & Font, V. (2019). The onto-semiotic approach: implications for the prescriptive character of didactics. *For the Learning of Mathematics*, 39(1), 37- 42.
- Großmann, L. & Krüger, D. (2023). Assessing the quality of science teachers' lesson plans: Evaluation and application of a novel instrument. *Science Education*. p. 1–37. <https://doi.org/10.1002/sce.21832>.
- Krepf, M., & König, J. (2022). Structuring the lesson: an empirical investigation of pre-service teacher decision-making during the planning of a demonstration lesson. *Journal of education for teaching*. <https://doi.org/10.1080/02607476.2022.2151877>.
- Lemke, J. I. (1997). *Aprender a hablar ciencia Lenguaje, aprendizaje y valores*. Paidós: Barcelona-Espanha. ISBN: 84-493-0320-6
- Lopes, A. R. C. (1999). *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 236p.

Machado, A. H., & Moura, A. L. (1995). Concepções sobre o papel da linguagem em processos de elaboração conceitual em química. *Química Nova Na Escola - Linguagem em Química* n° 2, novembro, p. 27-30. Disponível em: [https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc43\\_1/Qnesc\\_43-1\\_revista\\_baixa.pdf](https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc43_1/Qnesc_43-1_revista_baixa.pdf). Acesso em 13 dez. 2025.

Morais, R. P., Bego, A. M., & Giordan, M. (2021). Investigação dos impactos do processo de elaboração, aplicação e reelaboração de sequências didáticas na racionalidade prevalente acerca do planejamento. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Rio de Janeiro, v. 21, p. e25813, jan./dez. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u531562>.

Morais, A. M. (1999). Influência do nível de exigência conceitual dos professores no sucesso dos alunos em ciências: um estudo sociológico. *Revista de Educação*, Lisboa, 2(1), 62-80.

Prado, J. C., Vieira, R. C., Prado, R. R. S., & Silva, J. M. (2024). Planejamento escolar na gestão pedagógica da escola. *Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências e Educação*, 10(1), 1149-1158. <https://doi.org/10.51891/rease.v10i1.12957>

Pires, D., Moraes, A. M., & Neves, I. P. (2004). Desenvolvimento científico nos primeiros anos de escolaridade: estudo de características sociológicas específicas da prática pedagógica. *Revista de Educação em Educação*, vol. XII, nº2. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/374/37428913009.pdf>. Acesso em 19 de dez.2025.

Santos, K. N., Santos, B. F., & Quadros, A. L. (no prelo)

Santos, K. N., Santos, B. F. & Souza, J. S. (2024). Uma análise didática do ensino de conservação de alimentos na Educação Química baseada no Critério de Idoneidade Epistêmica. In: *XXII Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ - O Ensino de Química na defesa de direitos e inclusão social: ações e propostas para o contexto brasileiro*, Belém/PA – 09 a 12 de setembro de 2024. Anais do XXII Encontro Nacional de Ensino de Química, Universidade Federal do Pará. ISBN: 978-65-272-0993-5 – <https://doi:10.29327/9786527209935>

Souza, R. V., & Santos, B. F. dos (2018). A exigência conceitual na prática de dois professores de Química que ensinam Química e Física. *Ciência & Educação*, 24(4), 945-958. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040009>.

Tonyalli, B., Ropohl, M., & Schwanewedel, J. (2023). What makes representations good representations for science education? A teacher-oriented summary of significant findings and a practical guideline for the transfer into teaching. *Chemistry Teacher International* 5(4), 413–425. <https://doi.org/10.1515/cti-2022-0019>

Zabala, A. (1998). *A prática educativa: como ensinar*. Tradução Ernani F. Rosa, Porto Alegre: Artmed, Z653p.

## 7. PRÁTICAS PEDAGÓGICAS COM CONTEXTO INVESTIGATIVO: CRITÉRIOS ATRIBUÍDOS POR DUAS PROFESSORAS QUE LECIONAM BIOLOGIA E FÍSICA

### 7.1 Introdução

Estudos e pesquisas apontam o desenvolvimento de práticas pedagógicas de Ciências que valorizem o ensino por investigação são capazes de promover o engajamento dos estudantes nas disciplinas científicas (Zismann; Meghioratti; Oliveira, 2025; Sasseron, 2021; Silva; Gregoli; Trivelato, 2018). No entanto, é necessário que o ensino seja planejado e desenvolvido “com diferentes níveis de abertura, o que atribui aos estudantes, maior ou menor autonomia para conduzir as etapas do processo investigativo e, conseqüentemente, pode influenciar sua capacidade de promover o aprendizado dos aspectos epistêmicos e sociais da ciência” (Silva; Gerolin; Trivelato, 2018, p. 907).

No planejamento de ensino o professor poderá estruturar em uma sequência de atividades que envolvem em sala de aula oportunidades para que seus alunos proponham modos de investigar problemas, de construir e representar dados e propor modelos que permitam explicar os fenômenos abordados (Sasseron; Silva, 2021).

O ato de planejar o ensino confere ao professor uma ação de protagonismo pois é ele quem conhece o contexto social e cultural de seus alunos, sabe quais são os recursos que a escola dispõe para o desenvolvimento de seu trabalho, além do que, em se tratando dos professores de Ciências, são eles que compreendem a natureza do conhecimento científico.

O êxito na prática pedagógica e o ensino de alta qualidade podem preceder a realização de um bom planejamento de ensino (Chací, 2011; Großmann; Krüger, 2023; Orso, 2015). No entanto, conceber um planejamento não é algo trivial, mas pode chegar a ser uma tarefa exigente, conforme assegura Montero (2005), já que o professor deve relacionar currículo, materiais didáticos, desenvolver a singularidade do conhecimento a ser compartilhado e seu conhecimento docente somados a um contexto escolar dotado de complexidade e exigências próprias.

O planejamento é um dos elementos que estende o trabalho docente muito além das aulas, pois demanda uma dedicação que não se esgota nos tempos de sala de aula, como enfatizam Maldaner (2003) e Carvalho (2012). O trabalho docente envolve, dentre outros, a organização e a gestão do trabalho educativo, que, em um ambiente de educação formal, reclama a assunção da autonomia profissional para o planejamento de ensino (Bego; Alves; Giordan, 2019; Morais *et al.*, 2021).

Com efeito, dada a centralidade do planejamento de ensino na prática educativa e para o trabalho docente, defende-se que o processo de formação de professores das Ciências, seja ela inicial ou continuada, precisa de tempos e espaços que privilegiem a discussão do planejamento associado às questões próprias do ensino de Ciências (Galiazzi; 2003; Maldaner, 2003).

Sobre os objetivos que compõem o planejamento de ensino de Ciências, Kelly e Duschl (2002) defendem que estes devem contemplar os “aspectos epistêmicos e sociais do empreendimento científico”. Pois, quando um planejamento leva em consideração os pressupostos do Ensino de Ciências, ou seja, aquisição conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico (Souza; Silva, 2025) ele pode possibilitar aos estudantes a participação e a apropriação de práticas sociais de construção do conhecimento científico nos contextos educacionais, abrindo o caminho para a alfabetização científica (Sasseron; Silva, 2021). É no contexto da alfabetização científica que formaremos cidadãos críticos capazes de tomarem decisões coerentes com a ciência em prol da sociedade.

Além disso, para Großmann e Krüger (2023), o planejamento didático exerce um papel essencial na formação do professor de Ciências, sendo parte importante de sua competência profissional.

Vamos encontrar na Didática da Matemática um instrumento teórico-metodológico conhecido como critérios de adequação didática (CAD) cujo uso como um guia permite orientar o planejamento, a implementação e a avaliação de um processo de instrução. Considera-se que este instrumento também permite orientar a reflexão do professor, já que possibilita ao docente avaliar seu próprio processo de instrução efetivamente realizado, guiando-o a sua melhora. Portanto, “trata-se de um instrumento que promove uma meta-ação (avaliação) que recai sobre as ações (ações realizadas nos processos de instrução)” (Breda; Font; Lima, 2015, p. 4).

Acreditamos que este instrumento pode contribuir com a formação de professores de Ciências no planejamento e avaliação de processos de instrução do ensino de Ciências. Contudo, para isso, foi necessário adaptar e incorporar no instrumento aspectos e elementos da Didática das Ciências, uma vez que este instrumento foi concebido para a análise de processos ensino e aprendizagem da Matemática.

Nossa hipótese é que, com o uso do instrumento CAD, o professor de Ciências da Natureza incorpore em sua prática os critérios de adequação didática e aprimore sua habilidade em construir bons planejamentos. Nos perguntamos: quais as contribuições do uso desse instrumento CAD como guia no planejamento e avaliação de unidades didáticas no Ensino de Ciências? Como objetivo pretendemos avaliar a eficácia do uso do instrumento CAD no planejamento e avaliação de unidades didáticas em Ciências para seu aperfeiçoamento. Nos baseamos no desenvolvimento de duas unidades didáticas, uma em Física, cujo conteúdo foi Movimento Oblíquo e implementada numa turma do 1º ano do Ensino Médio, e outra unidade implementada em Biologia, com conteúdo de Botânica, numa turma do 2º ano do Ensino Médio.

## 7.2. Quadro Teórico

A noção de Critérios de Adequação Didática (CAD) foi desenvolvida a partir da teoria do Enfoque Ontossemiótico do Conhecimento e da Instrução em Matemática (EOS), proposta por Godino (2011, 2012) e demais colaboradores. Os estudos do EOS foram iniciados pelo Grupo de Investigação "Teoria da Educação Matemática" da Universidade de Granada na Espanha no início dos anos 90. O EOS é um sistema teórico inclusivo que articula diversas aproximações e modelos teóricos utilizados na investigação em Educação Matemática, a partir de pressupostos antropológicos e semióticos sobre o conhecimento matemático e seu ensino eles propõem diversas ferramentas (Silva; Pino-Fan, 2021).

Breda, Bolondi e Silva (2021) afirmam que o CAD é um instrumento poderoso para organizar as avaliações dos processos de instrução que são realizados pelos professores de Matemática. As pesquisas com o EOS também evidenciam que o instrumento CAD promove reflexões sobre a prática pedagógica.

Para Godino, Batanero e Font (2019), os CAD devem ser entendidos como princípios de correção que devem ser aplicadas quando se pretende chegar a um consenso ao que pode ser considerado uma boa educação matemática. A noção de adequação didática foi originalmente pensada para identificar potenciais melhoras de processo de estudo e novas implementações. Em seu conjunto, os critérios compõem um instrumento de análise teórico-metodológico para a prática pedagógica, e seu uso permite tanto avaliar os processos de ensino e aprendizagem como também indicar possíveis intervenções na prática, visando seu aperfeiçoamento.

Trata-se de um constructo multidimensional composto por seis critérios, operacionalizados por meio de componentes e indicadores. Cada critério assegura a avaliação coerente e sistemática do processo instrucional (Font et al., 2010). A adequação didática é desdobrada nos critérios epistêmico, cognitivo, interacional, meios, afetivo e ecológico, que podem ser percebidos a partir de diferentes níveis de adequação dentro de um processo de instrução em Matemática. Os seis critérios e seus respectivos componentes (ver Quadro1) compõem uma ferramenta com potencialidade para o planejamento e avaliação de situações de ensino, mas principalmente para estruturar a reflexão de professores de Matemática.

Quadro 1. Critérios de Adequação Didática e seus Componentes

| Critérios  |  | Componentes   |
|------------|--|---|
| Epistêmico | Permite avaliar se o conteúdo ensinado é adequado. | Representatividade, Erros (conceituais e procedimentais), |

|              |  |  |
|--------------|--|--|
|              |  | ambiguidades; Variedade de atividade.  |
| Cognitivo    | Diz respeito aos conhecimentos dos alunos e a progressão de suas aprendizagens                           | Conhecimentos prévios, Adaptação curricular, Aprendizagem e demandas cognitivas. |
| Interacional | Trata da interação entre professor e alunos e entre alunos e alunos                                      | Interação aluno-aluno e aluno-professor; Autonomia, Avaliação formativa.         |
| Meio         | Refere-se aos recursos didáticos, ao tempo disponível para o ensino e aprendizagem e o número de alunos; | Emoções, interesse e necessidade, Atitudes e valores.                            |
| Afetivo      | Trata-se do envolvimento dos alunos com o conhecimento (motivação, afetivo)                              | Recursos materiais, Número de alunos e Tempo.                                    |
| Ecológica    | Relacionado ao contexto escolar, social e documentos, conexões intradisciplinares e interdisciplina      | Adaptação curricular, Relações inter e intradisciplinar,                         |

Fonte: Godino, Batanero e Font (2019)

Os CAD devem ser entendidos como regras de correção emanadas do discurso argumentativo da comunidade científica, a partir de um consenso sobre o que é considerado bom para o ensino e aprendizagem.

### 7.3. Metodologia

Esta pesquisa envolve uma abordagem qualitativa de cunho interpretativo que busca uma compreensão aprofundada dos significados e intenções que as participantes atribuem às suas ações no cenário natural da sala de aula, sem qualquer compromisso com variáveis que explorem quantidades. A escolha de apenas duas professoras se justifica pela intenção de explorar detalhadamente as nuances de suas práticas, e não por sua representatividade.

Esta investigação se deu a partir de estudo com um coletivo de professores de Ciências da Natureza, nos anos de 2020 e 2021, em um projeto de pesquisa contemplado pelo programa Ciências na Escola, um projeto de formação de professores em exercício. Este projeto foi planejado para ser essencialmente presencial, mas por conta da pandemia seu formato acabou sofrendo modificações e a parte de estudos e discussão aconteceu integralmente de forma virtual.

O coletivo de docentes contava com um total de seis professores pesquisadores e 12 professores participantes. Todos participaram do curso de forma voluntária e com seu consentimento informado. Os professores participantes possuíam formação na área de Ciências da Natureza.

O curso se desenvolveu da seguinte forma:

Quadro 2. Momentos do curso

|                       |                 |   |  |  |
|-----------------------|-----------------|---|--|--|
| 1º momento virtual    | Estudo dos CAD  | Discussão/reflexão sobre o planejamento da aula | Planejamento de uma sequência com base nos CAD | Partilha do planejamento para o coletivo de professores e avaliação com base nos CAD |
| 2º momento presencial | Planejamento    | Implementação                                   | Avaliação/reflexão                             | Replanejamento   |
| 3º momento presencial | Re-planejamento | Implementação                                   | Avaliação/reflexão                             |  |

Fonte: autores

Neste artigo analisamos a unidade didática das professoras Açucena e Flora que, assim como alguns professores participantes desenvolveram o ciclo “planejamento – implementação – avaliação – replanejamento – implementação – avaliação” previsto pelo projeto.

- **As Professoras Açucena E Flora**

A professora Açucena é licenciada em Biologia, possui duas especializações, é mestra em Educação Científica, possui vinte seis anos de exercício da docência como servidora pública do estado da Bahia. Já atuou como professora substituta na formação de professores de Biologia. Sempre participa de pesquisas e projetos da Universidade, e se considera uma apaixonada pela Botânica.

A escola onde a prof<sup>a</sup> Açucena leciona é considerada de grande porte, com uma ótima estrutura física, salas amplas e um laboratório de Ciências dotado de bancadas com tomadas, pias, vidrarias, balanças e armários com reagentes. Além do Ensino Médio, essa escola também oferece o Ensino Fundamental. Então, boa parte dos estudantes do secundário são alunos da própria escola e, de certa forma, já conhecem a dinâmica da instituição, como o modo de avaliar e a forma de trabalhar de alguns professores. Pelo Censo Escolar de 2024 foram matriculados nela 1200 alunos, e entre as escolas públicas estaduais da cidade de Jequié é a escola que tem o maior Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, com uma taxa de participação dos estudantes no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) de 2023 de 62%.

As avaliações da professora Açucena foram reunidas nos anos de 2022 e 2023, durante o desenvolvimento de uma unidade didática cujo tema foi “As plantas em nossa vida”, implementada por duas vezes em turmas do 2º ano do Ensino Médio. Tanto a turma de 2022 quanto a turma de 2023 tinham um total de 38 alunos matriculados. A primeira unidade didática observada teve seis aulas e a segunda dez aulas de 50 minutos cada, em um total de 800 minutos de observação. Todas as aulas foram registradas em áudio e vídeo, sendo posteriormente transcritas. Além disso, foram incorporados aos dados os registros feitos no caderno de campo. No Quadro 3, apresentamos as atividades desenvolvidas na unidade didática da professora Açucena nos anos de 2022 e 2023.

Quadro 3. Conjunto de aulas de Biologia, Botânica, 2ª ano

- Aula 1 Exibição de um vídeo sobre as plantas e leitura do texto “As plantas em nossa vida”
- Aula 2 Aula expositiva sobre a Introdução da Botânica
- Aula 3 Aula expositiva sobre ramos e áreas de estudo da Botânica
- Aula 4 Aula experimental – Xilema e Floema
- Aula 5 Seminários 1 e 2 - Briofitas e Pteridófitas
- Aula 6 Seminários 3 e 4 - Gimnospermas e Angiospermas
- Aula 7 Aula de campo – identificação e classificação das espécies vegetais das áreas verde da escola
- Aula 8\* Observação da respiração e transpiração das plantas
- Aula 9\* Aula experimental de Extração da clorofila
- Aula 10\* “ExporArte” – mostra fotográfica de flores da escola feita pelos alunos

Fonte: Autores

Após a primeira implementação da sequência didática, em 2022, a professora Açucena acompanhada pela pesquisadora (a primeira autora do artigo) realizaram a avaliação da unidade didática, por meio do instrumento CAD. Nessa avaliação foram retomados os componentes de cada adequação didática. Esse momento também foi registrado em vídeo e, em seguida, transcrito. Posteriormente, a professora Açucena fez ajustes no planejamento da unidade didática, no que concerne ao método de trabalho, para a segunda implementação, em 2023.

A professora Flora é bacharel e licenciada em Física, tem mestrado em Física, é docente da rede pública do estado da Bahia com sete anos de docência. Ela se considera uma grande entusiasta da abordagem STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*), da metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos e dos Clubes de Ciências.

As justificativas da professora Flora foram reunidas em 2023, durante o desenvolvimento da unidade didática sobre “Lançamento Oblíquo”, em turmas do 1º ano do Ensino Médio. A unidade didática planejada e desenvolvida em 2022 não ocorreu conforme havia sido planejado. E dois fatores contribuíram para que a unidade didática não acontecesse. O primeiro foi o pequeno envolvimento da turma em relação às atividades propostas, o que acabou atrasando o desenvolvimento da unidade didática, e o segundo motivo foi a transferência da profª Flora para uma unidade escolar diferente o que inviabilizou a finalização da unidade.

Em 2023, em sua nova escola, Flora propõe um novo planejamento baseado no CAD. O que possibilitou a coleta dos dados e finalizando o vínculo. Nessa nova unidade didática foi explorado o tema “Lançamento Oblíquo”, considerado um conteúdo desafiador da Física, por considerar a combinação de movimentos e a proposta foi preparar os alunos para participarem da Mostra Brasileira de Foguetes (MOBOG). Para isso, os alunos precisavam, além de construir e lançar seus foguetes, descrever o movimento dos foguetes, medir e estimar a velocidade alcançada pelo foguete e a altura máxima atingida. Essa turma tinha 42 alunos matriculados. As unidades didáticas foram observadas e registradas em vídeos, e cada uma delas incluiu 10 aulas de 50 minutos cada, em um total de 500 minutos de observação.

Sobre a escola que a profª Flora leciona, é uma escola pública de grande porte, tem uma excelente estrutura física, é uma escola central que atende alunos de diversos bairros da cidade de Jequié. A escola conta com um laboratório de Ciências pequeno, com poucos equipamentos como balança, termômetro e outros, vidrarias, bancadas, pia e alguns reagentes. Conforme dados do Censo Escolar de 2024, foram matriculados 907 alunos e a taxa de participação no Exame Nacional Ensino Médio (ENEM) de 2023 foi de 73%, o que indica que parte dos alunos buscam o Ensino Superior.

Apresentamos no Quadro 4 o conjunto de aulas de Física da profª Flora desenvolvido em turmas do 1º ano do Ensino Médio regular.

#### Quadro 4. Conjunto de aulas de Física, Lançamento Oblíquo, 1ª ano

- Aula 1 Documentário da *National Geographic* sobre a corrida espacial e discussão
- Aula 2 Aula expositiva sobre lançamento oblíquo
- Aula 3 Aula expositiva sobre lançamento oblíquo
- Aula 4 Resolução de Exercícios
- Aula 5 Aula expositiva sobre lançamento oblíquo
- Aula 6 Laboratório virtual
- Aula 7 Aula experimental – reações químicas

Aula 8 Discussão dos resultados observados na aula experimental

Aula 9 Estudo da Aerodinâmica

Aula 10 Lançamento dos foguetes

Fonte: autores

Como os CAD foram desenvolvidos para o estudo didático dos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, realizamos algumas adaptações considerando a área de conhecimento de Ciência da Natureza. Levamos em consideração aspectos sinalizados pela Didática das Ciências, pelas finalidades e diretrizes explicitadas nos documentos oficiais que regem a área de Ciências da Natureza (Brasil, 2018), pela incorporação das questões CTS, da História das Ciências, da experimentação, da incorporação de espaços não formais, das teorias cognitivas, do ensino por investigação, aspectos já consensuados pelas pesquisas (Marandino, 2002). Além dessas considerações acima, propomos com o objetivo de operacionalizar o instrumento e visualizar a variação entre os descritores atribuímos níveis ao descritor: o nível forte, nível médio e nível fraco. O nível forte indica que o descritor foi totalmente atendido. Um nível médio indica que ele foi parcialmente atendido, e um nível fraco significa que o uso daquele descritor não foi atendido. Para exemplificar, no Quadro 5, descrevemos o descritor “Atividade Experimental” que pertence ao critério epistêmico. O instrumento CAD completo pode ser consultado na sessão dos Apêndices.

Quadro5. Descritor Atividade Experimental, componente representatividade, do critério epistêmico

| NÍVEIS | DESCRITOR: Atividade Experimental  |
|--------|--|
| Forte  | A unidade didática prevê a realização de atividade experimental e oportuniza a discussão dos resultados obtidos dessa atividade, relacionando com conceitos abordados.                     |
| Médio  | A unidade didática prevê a realização de atividade experimental, mas não há discussão dos resultados obtidos nem o estabelecimento de relação entre os resultados com conceitos abordados. |
| Fraco  | A unidade didática não prevê a realização de atividade experimental.   |

Fonte: autores

Recolhidos os dados, a análise envolveu as avaliações feitas após implementação das unidades didáticas das professoras. A atribuição dos níveis de adequação (Forte, Médio, Fraco) foi realizada em conjunto pela professora e pela pesquisadora, em um processo de codificação por consenso. Discrepâncias iniciais foram discutidas com o objetivo de promover reflexões sobre o que foi implementado, e as justificativas para cada nível foram registradas em vídeo para garantir a transparência do processo interpretativo. Além disso, a pesquisadora manteve um diário de campo para registrar vieses e suposições, aumentando a transparência da pesquisa.

A seguir apresentamos os resultados e discussão da avaliação dos seis critérios de cada professora em separado. Inicialmente os da professora Açucena e em seguida da prof<sup>a</sup> Flora com o objetivo de avaliar a eficácia do instrumento CAD na avaliação de unidade de didática em Ciências para *posteriori* aperfeiçoamento

#### 7.4. Resultados E Discussão

- **Unidade Didática da Prof<sup>a</sup> Açucena**

No quadro 6, sintetizamos os dados produzidos na avaliação para o critério epistêmico que está relacionado ao conhecimento das Ciências e à compreensão que o professor tem da ciência que ensina. Nele, podemos observar os níveis que os componentes assumem na unidade didática da professora Açucena.

Quadro 6. Síntese dos dados para o critério epistêmico

| CRITÉRIO EPISTÊMICO             |                                    |         |
|---------------------------------|------------------------------------|---------|
| COMPONENTES                     | AVALIAÇÃO DA PROFESSORA<br>AÇUCENA |         |
|                                 | UD 2022                            | UD 2023 |
| Representatividade              | médio                              | forte   |
| Erro Conceitual E Procedimental | médio                              | forte   |
| Ambiguidades                    | fraco                              | médio   |
| Variedade De Atividades         | médio                              | forte   |

Fonte: autores

Ao confrontarmos os níveis que os componentes assumem na unidade didática, podemos observar que houve modificações na unidade implementada de um ano para outro, e uma das modificações foi o aumento de aulas na unidade 8 para 10 aulas. Essas modificações podem ser percebidas pelo aumento do nível atribuído pela professora aos componentes analisados, o que pode nos indicar e nos leva a afirmar que o aumento da adequação elevou o nível da exigência para o conhecimento.

*(...) dessa vez não tive dúvidas, eu vi que eu trabalhei com todos eles [a professora se refere aos objetivos conceitual, procedimental e atitudinal]. porque eu fiz os experimentos eles foram a campo coletar, identificar, classificar e observar. trabalhei com os conceitos (...) sobre os objetivos atitudinais a gente fica um pouco insegura [a insegurança em relação a unidade anterior], e foram justamente eles me ajudaram a explorar essa discussão sobre*

*a importância das plantas em nossa vida e discutir a cegueira botânica mostrar que ela é real tentar fazer um trabalho de conscientização em relação ao universo das plantas e sua importância para o homem somos nós que precisamos da natureza e não o contrário (profª Açucena)*

No fragmento acima a professora fala sobre a definição dos objetivos e sobre a certeza de terem sido contemplados durante a implementação da UD2023. Ela cita a insegurança em relação ao objetivo atitudinal o que é bem comum entre os professores. Fransson e Laburú (2022) afirmam que os objetivos atitudinais são os mais complexos de serem tratados, pois esses conteúdos não são alcançáveis pelos discursos éticos e científicos do professor, mas são as influências social e cultural que contribuem para a construção de atitude.

De acordo com a profª Açucena, os três tipos de objetivos foram desenvolvidos. Conforme Trivelato e Soares (2019), quando um processo de ensino se aproxima de uma prática que busca mobilizar os conhecimentos científicos ou desenvolver um ensino por investigação ele precisa desenvolver os três objetivos (conceitual, procedimental e atitudinal). Segundo eles, um planejamento pautado somente por objetivos conceituais dificilmente gera engajamento dos alunos, já que o domínio conceitual pertence ao professor.

Para Duschl (2008), quando existe um desequilíbrio entre os três objetivos, a ênfase no ensino de conteúdos conceituais parece ofuscar a proposição e o engajamento em práticas da ciência. Este autor destaca também que as práticas podem envolver os estudantes em processos de construção do conhecimento, mas nem sempre geram oportunidades para a aprendizagem conceitual. Por isso, segundo Franco e Munford (2020), é necessário que haja um equilíbrio entre os objetivos. Considerar os três tipos de objetivos no planejamento pode favorecer “a aprendizagem conceituais, epistêmicas e sociais do conhecimento científico” (Franco, Munford, 2020, p. 689).

*(...) de uma certa forma foi complexo foi... mas eles precisam conhecer e usar os nomes científicos das espécies vegetais. e aquele aplicativo foi ótimo nessa tarefa de identificar as espécies e informar o nome científico. eu sempre faço questão de mostrar os conceitos. e eu aprendi uma coisa bem interessante. que conceitos, eles têm que estar presentes. porque como é que você vai aprender algo se você não sabe o significado daquilo? a importância daquilo, o que significam aquelas coisas que você está ali estudando. independente da complexidade*

*infelizmente, a quantidade de alunos na sala é muito grande (1:00) para que você simplesmente abrace aqueles que têm a maior dificuldade e paute seu trabalho (1:05) e não é assim, infelizmente, você tem que simplesmente pautar o seu trabalho (1:11) em cima daqueles que, de fato, conseguem entender. e vai fazendo um trabalho paralelo (1:14) agora mesmo, no segundo ano, tem um que me chamou e disse “eu não estou entendendo”, eu disse, sente aqui que eu vou te explicar. (1:31) sentei com ele, fiz o exercício todo com ele (...) (1:36) eu fiz umas sete ou oito questões e ele só errou apenas uma na avaliação. (1:41) então, significa o quê? (1:42) que ele conseguiu aprender agora eles precisam estudar. (prof<sup>a</sup> Açucena).*

O quadro 7 apresenta os resultados para o critério cognitivo, relacionado ao como o aluno aprende, reflete e entende a ciência e ao como acontece a aprendizagem.

Quadro 7. Síntese dos dados para o critério cognitivo

| CRITÉRIO COGNITIVO    |                                    |         |
|-----------------------|------------------------------------|---------|
| COMPONENTES           | AVALIAÇÃO DA PROFESSORA<br>AÇUCENA |         |
|                       | UD 2022                            | UD 2023 |
| Conhecimentos prévios | fraco                              | forte   |
| Demanda Cognitiva     | forte                              | forte   |
| Atividades            | forte                              | forte   |
| Adaptação             | forte                              | forte   |

Fonte: autores

Observando o Quadro 7 percebemos pouca variação de uma unidade para outra, com destaque para os componentes: conhecimentos prévios e adaptação. Sobre os conhecimentos prévios, a professora atribui um nível fraco na UD2022, porque no instrumento CAD perguntava se a unidade previa a aplicação de alguma atividade para o levantamento dos conhecimentos prévios da turma. Como o planejamento da profa Açucena não atendia ao descritor, ela atribui um nível fraco, mas, ao mesmo tempo justificou que o fato de já conhecer os alunos e saber do potencial da turma, sabia de certa forma que os objetivos traçados na UD2022 eram claros e possíveis de serem alcançáveis pelos alunos da turma de 2022. Em 2023, a professora também não realizou nenhuma atividade para o levantamento dos conhecimentos prévios, no entanto, atribui um nível forte e dá uma justificativa semelhante os alunos de 2023, pois os alunos já haviam sido seus alunos durante o 9º ano, então conhecia as limitações e potenciais da turma.

Apresentamos um fragmento da prof<sup>a</sup> Açucena, sobre o nível forte atribuído na demanda cognitiva,

*Eu acho que foi forte, principalmente depois daquela leitura sobre o cotidiano das plantas, (3:37) em que mostra o ciclo dinâmico das plantas fala da sobrevivência e crescimento, envolve a fotossíntese diurna noturna, respiração contínua, absorção de nutrientes e interação com o ambiente, como polinização. eu vejo como forte. (3:51) aquele texto é bem interessante, porque traz uma visão bem ampla do que são as plantas. (3:59) porque muitas vezes você vê as plantas, a maioria das pessoas vê as plantas como um mato. tinha uma planta que alguém plantou na sombra, ela ficou bonita somente no início, mas logo foi ficando feia... ia morrer se não tivessem colocado ela em outro lugar (4:04) (...) aproveitei o exemplo e eles perceberam bem, porque ela ficava bem no canteiro que fica bem na frente da sala deles a discussão foi boa (4:06) tem um aluno que ele sempre faz questionamentos bem interessantes. (4:11) ele responde de uma forma bem mais ampla do que os outros, (4:15) porque ele vive num ambiente que propicia essa visão (4:20) mas a maioria que vive na cidade vê as plantas como um mato. (4:25) outro dia eu achei interessante, ele estava comendo aquelas flores, as flores do maracujá. (4:31) eu falei, por que você está comendo essas flores? (4:34) ele respondeu: essas flores são medicinais, além de serem medicinais, (4:37) fazem parte das plantas comestíveis não tradicionais. (4:41) eu falei, olha que maravilha!*  
**(prof<sup>a</sup> Flora)**

No quadro 8 temos a síntese dos dados sobre o critério interacional, que está relacionado com a comunicação do conhecimento entre a professora Açucena com seus alunos e entre aluno e aluno e como a autonomia é desenvolvida dentro da unidade didática.

Quadro 8. Síntese dos dados para o critério interacional

| CRITÉRIO INTERACIONAL      |                                    |         |
|----------------------------|------------------------------------|---------|
| COMPONENTES                | AVALIAÇÃO DA PROFESSORA<br>AÇUCENA |         |
|                            | UD 2022                            | UD 2023 |
| Interação entre discentes  | forte                              | forte   |
| Interação docente-discente | forte                              | médio   |
| Autonomia                  | forte                              | forte   |

Fonte: autores

Ao observarmos os dados um componente nos chama atenção, pois o que normalmente pretendemos obter é o aumento do nível atribuído, no entanto não é o que observamos no componente interação docente-discente em que temos a diminuição do nível. E a justificativa dessa diminuição é atribuída ao fato de que os alunos da turma de 2023, serem mais conversadores, menos participativos, mais dispersos que a turma anterior. De acordo com a professora, os alunos da turma de 2022 eram compromissados e que por isso a interação era mais favorecida.

O planejamento de uma unidade didática que tem como objetivo estimular a interação entre professor e aluno, aluno e aluno e principalmente entre o aluno e o conhecimento por si só não garante que ela seja mobilizada durante a seu desenvolvimento. Pois a forma como o professor atua durante as aulas impacta diretamente com o desenvolvimento dessa prática. De acordo com Gomes e Silva (2011) esse processo só “é desencadeado e favorecido por meio da atuação do professor que apresenta informações, questiona, explicita intenções, sugere caminhos, discute posicionamentos, estabelece consensos, usa representações visuais, legitima conhecimentos” (p. 77).

O quadro 9. Apresentamos a síntese os dados para o critério de meios que está relacionado aos recursos pedagógicos disponíveis e que são apropriados no sentido de potencializar a aprendizagem, assim como o número de alunos e o horário. Relaciona-se também ao tempo necessário para que o ensino ocorra.

Quadro 9. Síntese dos dados para o critério e meios

| CRITÉRIO DE MEIOS   |                                    |         |
|---|------------------------------------|---------|
| COMPONENTES   | AVALIAÇÃO DA PROFESSORA<br>AÇUCENA |         |
|   | UD 2022                            | UD 2023 |
| Recursos  | forte                              | forte   |
| Números de alunos,<br>distribuição de horário e o<br>espaço | forte                              | forte   |
| Tempo   | forte                              | forte   |

Fonte: autores

Os meios para o desenvolvimento ensino são muitos importantes. Sobre o componente tempo, por exemplo, é uma variável importante nas atividades educacionais já que falta de tempo compromete o desenvolvimento do conteúdo, pois quando não há tempo suficiente para explorar o

conteúdo o professor muitas vezes acaba selecionando alguns conceitos, os mais importantes e desenvolvendo poucas atividades, por isso também pode ser um fator limitante nas situações de sala de aula (Santos; Santos; Quadros, no prelo). Por isso, no momento do planejamento, segundo Guimarães e Giordan (2013) sempre é necessário analisar se o tempo designado é condizente com as atividades e metodologias elencadas. No caso da professora Açucena havia tempo suficiente pois ela implementou a unidade no horário de iniciação científica, que tinha três aulas, sendo um horário conjugado e um horário simples. Além disso, se houvesse necessidade havia o horário da disciplina de biologia.

O quadro 10. Apresenta a síntese dos dados do critério afetivo que está relacionado com as emoções, atitudes e afeto relacionado ao conhecimento científico.

Quadro 10. Síntese dos dados do critério afetivo

| CRITÉRIO AFETIVO         |                                    |         |
|--------------------------|------------------------------------|---------|
| COMPONENTES              | AVALIAÇÃO DA PROFESSORA<br>AÇUCENA |         |
|                          | UD 2022                            | UD 2023 |
| Interesse e necessidades | forte                              | forte   |
| Atitude e valores        | forte                              | forte   |
| Emoções                  | médio                              | forte   |

Fonte: autores

No final dos anos 90, descobriu-se também que os aspectos de ordem emocional estavam entre os fatores norteadores importantes da prática docente. Por isso os sentimentos e a atitudes do professor e dos alunos são relevantes e devem ser considerados (Scarici, Pacca, 2013).

Uma das modificações que a professora fez foi a inclusão da última atividade da unidade didática de 2023, foi a realização de uma exposição de fotografias feita pelos alunos durante a disciplina. Foram fotografias de flores das áreas verdes da própria escola. Essa atividade deixou muitos alunos motivados em participar.

As aulas de campo também foram outra atividade em que os alunos demonstraram bastante envolvimento e interesse. Já que eles deveriam identificar as espécies, identificar o tipo de folhas, nome popular e científico entre outras características botânicas. Sobre esse tipo de atividade Scarici e Pacca (2013) afirmam que incluir o aluno é um aprendizado totalmente novo e que parece ser uma questão importante para a relação do aluno com o conhecimento. Eles afirmam que,

os professores que conseguem sempre efetivamente incluir o aluno são aqueles que acreditam na importância das contribuições deles e confiam no valor do seu protagonismo: essa mudança está num nível afetivo, e depende de uma modificação de um sistema de valores. Esta modificação ocorrerá durante a prática, no próprio exercício dos procedimentos e atividades diferentes que lhe proporcionarão novas vivências e um re-olhar dos papéis dos sujeitos (professor e aprendizes), dos objetivos, dos meios para atingi-los (Scarici; Pacca, 2013, p.695).

No quadro 11 temos a síntese dos dados referente ao critério ecológico. Este critério se refere ao como o conteúdo se relaciona com outras disciplinas e com o currículo, com questões da ciência, tecnologia e da sociedade bem como com questões relacionadas a história e filosofia das ciências.

Quadro11. Síntese dos dados do critério ecológico

| ADEQUAÇÃO ECOLÓGICA                              |                                 |         |
|--|---------------------------------|---------|
| COMPONENTES                                      | AVALIAÇÃO DA PROFESSORA AÇUCENA |         |
|  | UD 2022                         | UD 2023 |
| Adaptação ao currículo                           | forte                           | forte   |
| Relações interdisciplinares e transdisciplinares | fraco                           | fraco   |
| Relações CTS e HFC                               | fraco                           | forte   |

Fonte: autores

Ao observar os dados vemos que a professora Açucena não estabelece relações interdisciplinares em nenhum momento. E o fato de não ter estabelecido não desqualifica a unidade didática, mas deixa uma lacuna, principalmente porque o conteúdo possibilita que essa relação seja estabelecida sem maiores dificuldades com outras disciplinas, seja da área de Ciências da Natureza ou de outra área. Analisando o conteúdo Botânica a unidade didática poderia estabelecer um diálogo com a própria biologia ou com a química sobre os nutrientes das plantas e do solo, estabelecer relação com história ou a geografia sobre como a agricultura moldou as civilizações, ou com a matemática na realização de cálculo de área, por exemplo, dos espaços verdes da escola ou da área que foi afetada pela ampliação da escola. enfim, são ideias possíveis em que elevaria a adequação da unidade didática.

Sobre o aumento da adequação em relação as questões das ciências, tecnologia e a sociedade, apresentamos um fragmento da prof<sup>a</sup> Açucena

*eu sempre fico muito impactada com essa constatação foi forte com certeza. e acho que a exposição das fotografias fechou muito bem a sequência até por que eles não tinham ideia da quantidade de flores, da quantidade de espécies frutíferas e até de flores comestíveis espalhadas por essa escola (...) aquele*

*texto é bem interessante, porque traz uma visão bem ampla do que são as plantas. porque (...) a maioria das pessoas veem as plantas como um mato. nessa reforma de ampliação da escola mesmo nós tínhamos muito mais espécies frutíferas nessa escola, eu lembro que ano passado os alunos ficaram impressionados. eles desconheciam (...) e pra [sic] você vê que ninguém se importa ou se comove com derrubada de árvores. as pessoas se comovem muito mais com a morte de animais. os meninos da outra turma não, inclusive vieram me procurar e orientei que fossem procurar a direção para falar e a direção prometeu que vão compensar e plantar a mesma quantidade ou mais árvores das que foram derrubadas. (Açucena, 2023).*

A professora Açucena faz um questionamento na primeira aula da Unidade didática aos alunos sobre o que eles haviam ingerido no café da manhã de origem vegetal. E os alunos tiveram uma grande dificuldade em responder quais os alimentos vinham de vegetais ou continha alguma coisa de vegetais. A dificuldade em responder ou identificar a presença de algum ingrediente no alimento consumido por eles naquela manhã, demonstrou o fenômeno da cegueira botânica, que é a incapacidade de reconhecer a presença e a importância das plantas ao nosso redor.

A pergunta da professora que inicialmente parece muito simples de responder, não parte de uma problemática que incomoda os alunos, ou a escola, mas é uma problemática que reflete sobre o distanciamento humano da natureza e que pode significar um ameaça a biodiversidade. Com essa pergunta a professora faz um convite de despertar dos seus alunos frente a falta de consciência em relação as plantas. E ao longo da unidade didática várias atividades, aulas de campo e práticas vão sendo trabalhadas, colocando os alunos em contato direto com as plantas. Em vários momentos a professora convida os alunos para uma discussão sobre o cuidado da natureza, o cuidado com o espaço escolar e com o lugar de lazer.

- **Unidade Didática da Professora Flora**

A seguir apresentaremos os resultados referente a análise dos dados da unidade didática planejada pela prof<sup>a</sup> Flora.

Por motivos que já esclarecemos anteriormente, a professora Flora não realizou a avaliação da unidade didática em 2022 (UD22), no entanto, na tentativa de completar o ciclo e cumprir com o compromisso assumido com a pesquisadora no início do projeto, ela planeja, implementa e avalia uma unidade didática em 2023 (UD23), sobre o “Lançamento Oblíquo”.

Apresentamos no Quadro 12 a síntese dos dados referente ao critério epistêmico

Quadro12. Síntese dos dados referente ao critério epistêmico

| CRITÉRIO<br>EPISTÊMICO             | DESCRITOR  | AVALIAÇÃO DA<br>PROFESSORA |
|------------------------------------|--|----------------------------|
|                                    |  | UD 2023                    |
| Representatividade                 | Tipos de objetivos   | forte                      |
|                                    | Situações-problema   | forte                      |
|                                    | Complexidade   | médio                      |
|                                    | Modos de representação   | forte                      |
| Erro Conceitual e<br>Procedimental | Exemplos e formas de explicação                                | forte                      |
|                                    | Uso de conceitos complexos nas explicações                     | forte                      |
|                                    | Discussão dos resultados da aula experimental                  | forte                      |
|                                    | Uso e construção de modelos                                    | forte                      |
| Ambiguidades                       | Uso de explicações adequadas ao nível educativo dos estudantes | forte                      |
|                                    | Uso de metáforas e analogias                                   | fraco                      |
|                                    | Exemplos utilizados facilitam a aprendizagem                   | forte/médio                |
| Variedade de<br>Atividades         | Uso de diferentes atividades                                   | forte                      |

Fonte: autores

Como podemos observar a adequação atribuída ao critério epistêmico está num nível forte, indicando que durante a implementação da unidade didática boa parte dos descritores foram atendidos.

No entanto, a três descritores foi atribuído o nível médio: “Complexidade, “Exemplos e forma de explicação” e se os “Exemplos utilizados facilitam a aprendizagem” e o descritor “metáfora e analogia” o nível fraco. Apresentamos um fragmento da prof<sup>a</sup> Flora em que a mesma reflete,

*as vezes a gente usa esses recursos na tentativa de facilitar o entendimento do conteúdo ou (25:51) e as vezes a gente pode causar um problema, não é? (25:55) eles precisam entender a física eu acredito que essa relação deve ser no sentido da física para alguma situação do nosso dia a dia aí sim eu*

*acredito que o aluno entendeu o conceito. (26:03) por isso eu acho que é médio, minha forma de pensar pode até está equivocada acredito que o caminho é partir do conceito para entender os fenômenos do mundo (Profª Flora)*

A justificativa da profª Flora se aproxima da ideia que Lopes (1999) defende, precisamos romper com a tendência de que para tornar um conceito assimilável, precisamos partir de algo concreto para entender um fenômeno. Ao ir por esse caminho, nos alerta a autora, podemos estabelecer uma ideia de continuidade com o senso comum, e a ciência não é uma extensão do senso comum (Lopes, 1999). Devemos partir do problema que originou o conceito e mostrar o processo de construção do conceito, sem criar atalhos.

Sobre a complexidade do conteúdo a ser ensinado a professora Flora acredita que:

*a física... ela já é complexa, não é? (...) lá fora, na hora do ENEM, por exemplo, eles não podem simplesmente escolher as questões daquele conteúdo que estudou durante a escola. não dá para fazer essa seleção... por isso eu tento ao máximo trabalhar com pelo menos com aqueles que a gente sabe que cai mais ou que vai servir para pensar em possibilidades (...), mas eu tenho dúvida entre o forte e o médio. se dá para marcar forte, ou não. eu acho que não é o objetivo apresentar os conceitos que já são complexos com muita complexidade, não é verdade? eu sei que a gente precisa adaptar para o ensino médio. então, marquei como médio (profª Flora).*

Flora reconhece a complexidade de sua disciplina. E é sobre esse aspecto que faz com ela atribua um nível médio. Fica evidente a importância do conceito científico em suas práticas. Apesar das críticas em relação a quantidade de conteúdos, as pesquisas alertam que os conteúdos conceituais são importantes pois eles são os fundamentos do ensino de ciências (Carvalho, El-Hani, Nunes, 2020; Mortimer et al., 2014).

Sobre os diversos modos de representar o conteúdo, a professora Flora atribui um nível forte, por que durante o desenvolvimento da unidade ela explora diversos modos de representar o conteúdo. O fragmento da profª Flora tenta justifica o nível atribuído.

*os alunos precisam estar preparados para o MOBFOG [Mostra Brasileira de Foguetes]. Então, eles precisam saber compreender e representar a nível macroscópico algo que acontece no nível submicroscópico que são as reações*

*químicas entre ácido acético e bicarbonato de sódio que reagem, projetando o foguete para cima, entender e traçar ângulos da trajetória do foguete, o ângulo da base de lançamento, escrever relatórios, participar da aula em laboratório virtual, converter unidade de medida, entender de variáveis como pressão, são só alguns exemplos de modos de representação que a gente usou (prof<sup>a</sup> Flora)*

Os alunos da professora Flora estão sendo preparados para participar de uma competição em que eles serão avaliados. E por isso, eles precisam estar bem preparados para resolver qualquer problema no momento da prova. São muitas as variáveis que interferem no desempenho do foguete, por isso a professora precisa usar diferentes modos de representação. De acordo com Botelho e Quadros (2023) uma aprendizagem científica acontece quando os alunos conhecem e entendam como funcionam os diferentes modos de representação científica e que consigam combinar esses modos para interpretar informações e construir argumentos sólidos sobre temas e conceitos científicos.

No quadro 13. Apresentamos os dados para o critério cognitivo.

Quadro 13. Síntese dos dados para o critério cognitivo

| CRITÉRIO COGNITIVO                             | DESCRITOR  | AVALIAÇÃO DA PROFESSORA |
|--|--|-------------------------|
|  |  | UD 2023                 |
| Conhecimentos Prévios                          | Objetivos atendem ao nível cognitivo dos sujeitos  | forte                   |
|  | Levantamento dos conhecimentos prévios   | forte                   |
| Demanda Cognitiva                              | Processos cognitivos (generalização, situação-problema, argumentação, refutações de ideias científicas etc.) | forte                   |
|  | Avaliação da aprendizagem  | forte                   |
| Adaptação Curricular às diferenças Individuais | Atividades de reforço de aprendizagem  | forte                   |
|  | Adaptação às necessidades dos estudantes   | médio                   |

Fonte: autores

Ao observarmos os dados acima vemos que o nível é forte para o critério cognitivo, apenas um descritor foi avaliado como médio que é um descritor que falar sobre a adaptação frente a necessidade dos alunos e sobre isso a professora nos informa que não existiu a necessidade de adaptar nenhum tipo de tarefa no momento, e que caso surja essa necessidade ela irá adaptar.

Como durante a implementação não ocorreu nenhuma necessidade de adaptação fica difícil atribuir com certeza um nível ao descritor. A certeza que temos é que a cada dia a escola e

principalmente, os professores precisam estar abertos diante das necessidades dos estudantes. O ensino de Física representa um desafio importante, uma vez que a inclusão de estudantes no ambiente de sala de aula exige uma abordagem pedagógica adaptada. A adaptação do ensino de Física para atender essa demanda, requer uma abordagem flexível por parte dos professores. Compreender que cada aluno que apresente alguma necessidade educacional, irá demandar uma abordagem e um tempo de aula diferente.

No quadro 14 apresentamos os dados para o critério interacional,

Quadro14. Síntese dos dados para o critério interacional

| COMPONENTE                 | DESCRITOR  | AVALIAÇÃO DA PROFESSORA |
|----------------------------|--|-------------------------|
|                            |  | UD 2023                 |
| Interação entre discentes  | O diálogo e a comunicação entre os alunos são favorecidos  | forte                   |
| Interação docente-discente | O tipo de pergunta solicita resposta elaboradas de domínio conceitual                                  | forte                   |
|                            | O professor é mediador e os estudantes produzem argumentos embasados cientificamente                   | médio                   |
|                            | Existem diferentes trocas discursivas com o professor e com outros alunos                              | forte                   |
| Autonomia                  | A SD prevê momentos e atividades em que os estudantes assumem responsabilidades na condução do estudo. | forte                   |
| Avaliação Formativa        | A avaliação é constante  | forte                   |
|                            | Três ou mais tipos de avaliação são previstas  | forte                   |

Fonte: autores

Ao observarmos os dados para o critério interacional nos deparamos com uma adequação de nível forte. Apenas um descritor apresentar o nível médio, sobre esse descritor a prof<sup>a</sup> Flora não apresenta uma justificativa ao nível atribuído. Ao irmos para outro descritor do mesmo critério, para ver se encontramos alguma informação que nos ajude a entender o porquê do nível atribuído, percebemos que a única justificativa produzida por ela se refere a interação entre os discente-discente, em que a mesma atribui um nível forte e justificasse da seguinte forma,

*esse diálogo tem que acontecer, ao propor um projeto dessa natureza você deve permitir que eles interajam entre eles. tem muitos alunos que não tão né aí para nada, mas que insistem em permanecer dentro da sala. a direção já sabe prefiro a sala vazia com quem quer estudar do que com a sala cheia. e eu*

*sempre converso com eles tentando mostrar que são eles os donos de seu próprio caminho. outra coisa, como os trabalhos são desenvolvidos em grupo, o grupo sabe que vou ficar de olho. daí acabam que os alunos que tem esse tipo de comportamento, acabam se juntando e os alunos que estão na sala para tumultuar ou que estão somente para não tomar uma advertência (...) tentam de qualquer modo fazer alguma coisa a estratégia é essa (profª Flora)*

Como podemos perceber a professora permite a interação dentro da sala de aula, inclusive destaca que a natureza do tipo de metodologia que ela propõe, solicita dos seus alunos uma colaboração e engajamento com as atividades propostas, principalmente, por que elas são realizadas em grupo. Do fragmento acima, em termos de participação dos alunos, podemos identificar dois grupos bem distintos: o grupo que demonstra interesse e participa ativamente, e o grupo que demonstra total desinteresse, mas tenta realizar a tarefa para que não sofram advertência da direção.

A seguir apresentamos um episódio após a aula experimental. Na aula anterior a aula experimental a professora faz uma discussão com a turma sobre o objetivo do experimento, orienta sobre os procedimentos que serão realizados, orienta sobre os cálculos, sobre a verificação do balanceamento da reação e os materiais que cada grupo deve providenciar. A intenção da profª Flora é que os alunos aprendam a estimar o volume de ácido acético e a massa do bicarbonato que serão usados como “combustíveis” para o lançamento dos foguetes sem que haja desperdício de nenhum dos reagentes.

1. 13:20 Aluna 11: *aqui, a gente tem a reação um, dois e três*
2. 14:05 Profª Flora: *ok, e qual é a diferença desses aí[sic]?*
3. 14:05 Aluna 11: *a quantidade de vinagre*
4. 14:10 Profª Flora: *sim, a quantidade de quê? de ácido acético né[sic]? Gente, e o bicarbonato é?*
5. 14:33 Aluna 12: *a mesma em todos...*
6. 14:38 Profª Flora: *e o que aconteceu com a bexiga? à medida que quanto mais ácido você coloca o quê que tá[sic] acontecendo? bora pessoal*
7. 14:15 Aluna13: *tá maior [inaudível]*
8. 14:16 Profª Flora: *ok! mais a bexiga tá[sic] enchendo...e a bexiga tá[sic] enchendo por quê? Paulo...*
9. 14:20 Aluno Paulo: *tá[sic] cheia de CO<sub>2</sub>*
10. 14:26 Professora Karla: *o quê que a gente tem como produto nessa reação, gente? olha lá[sic] no roteiro...olha lá[sic] no roteiro quais são as substâncias no roteiro*

*né[sic] aqui não...no roteiro...ó[sic] ::povo quando a gente faz essa reação a gente tá[sic] reagindo o quê?*

11. 15:00 Aluno Paulo: *bicarbonato de sódio e ácido acético*
12. 15:05 Prof<sup>a</sup> Flora: *bicarbonato de sódio e ácido acético esses são os dois produtos que a gente tá[sic] reagindo e a gente vai ter o quê como resultado?*
13. 15:20 Aluno Paulo: *CO<sub>2</sub>*
14. 15:24 Prof<sup>a</sup> Flora: *e CO<sub>2</sub>, o que é?... é um gás. o gás carbônico mais água e mais o sal ... o que é responsável pelo balão encher é esse CO<sub>2</sub>...o quê que a gente tá[sic] observando ali? quanto mais vinagre eu coloco mais eu tenho CO<sub>2</sub>, por quê?*
15. 5:28 Paulo: *o balão enche porque o gás ocupa mais espaço por que o vinagre contém ácido acético e vai reagindo com o bicarbonato.*
16. 15:24 Prof<sup>a</sup> Flora: *Ok?*

Para desenvolver a metodologia que a professora Flora propõe é necessário que ela permita a participação ativa dos seus alunos durante as aulas. No episódio acima, a professora vai conduzindo a aula com o objetivo de promover a interação dos alunos através de perguntas sobre o experimento. Ela convoca a turma a participarem (turnos 4 e 6), mas percebendo o pouco engajamento dos alunos, ela acaba convocando o aluno Paulo (turno 8).

De acordo Carvalho (2013), o professor precisa oferecer liberdade como uma forma de colocar os alunos no centro do processo de ensino e de aprendizagem. Para ela, quanto mais liberdade for concedida, maior a possibilidade de que a investigação seja efetivamente realizada pelo estudante. Ainda assim, Carvalho reforça a importância do professor como mediador, como aquele que colabora para a produção de argumentos e atitudes frente ao conhecimento científico.

No episódio acima a professora assume a posição de mediadora, no entanto não observamos a produção de argumentos elaborados por parte dos alunos, mas de processos de demandas cognitivas média, ou seja, demandas que solicitam do aluno que relacione um fenômeno a um conceito ou que solicita uma análise como foi observado na aula experimental. O que pode justificar o nível médio atribuído ao descritor interação docente-discente.

É válido ressaltar a importância da criação de um ambiente de discussão, mesmo que os alunos participem pouco, a criação de um ambiente dessa natureza propicia um ambiente investigativo, ainda que implicitamente, a imersão dos alunos nesse tipo de aula vai aos poucos produzindo sujeitos mais participativos, em outras palavras, os alunos que

vivenciam oportunidades para entendimento de conceitos e de ideias científicas nestas aulas e também se envolvem em atividades em que características do fazer científico estão sendo trabalhadas. A constituição deste espaço de interações discursivas contribui para que as interações entre alunos e professor e o conhecimento sobre as ciências sejam debatidos. Isso fica claro não apenas pela intensa participação dos alunos nestas aulas, mas também pelo modo que são estimulados a expor suas ideias, avalia-las e considerar novos elementos em sua proposição. Estas características mostram que se constitui conjuntamente o ambiente propício para engajamento dos estudantes e para o favorecimento do desenvolvimento de sua liberdade intelectual e autoridade epistêmica (Sasseron; Duschl, 2016, p. 66).

No quadro 15 apresentamos os dados para o critério de meios.

Quadro 15. Síntese dos dados para o critério de meios

| CRITÉRIO DE MEIOS   | DESCRITOR   | AVALIAÇÃO DA PROFESSORA |
|---|---|-------------------------|
|   |   | UD 2023                 |
| Recursos materiais  | Uso de modelo ou equipamento eletrônico                                     | forte                   |
|   | Uso de textos e/ou de vídeos  | forte                   |
| Número de alunos, horários, condições do ambiente da sala de aula | O número de alunos, o espaço, distribuição do horário é favorável ao ensino | médio                   |
| Tempo   | O tempo é suficiente para implementação da SD.                              | forte                   |
|   | Há tempo para o desenvolvimento de perguntas                                | forte                   |

Mais uma vez temos um critério em que a adequação assume um nível forte, aqui nós temos apenas um descritor que recebe um nível médio, que é um descritor que reflete sobre o número de alunos por turma, o espaço e a distribuição de horário. Sobre o número de alunos por turma, essa é uma queixa de muitos professores espalhados pelo Brasil. Salas super lotadas é infelizmente uma realidade em inúmeras escolas públicas. O que acaba dificultando o contato mais próximo do professor como os alunos. O fragmento a seguir mostra uma estratégia da prof<sup>a</sup> Flora para supervisionar o trabalho dos alunos

*bem, a gente nunca vai ter o ambiente favorável. seria ideal se o número de alunos fosse bem menor como eu trabalho por equipes acaba que eu consigo atender todos os grupos. eles elegem um líder por grupo que fica responsável por fazer um relatório do trabalho dos outros, os exercícios eles acabam fazendo juntos, aquela aula do laboratório mesmo, como eu não consigo acompanhar todas os testes eles fazem isso, anotam tudo direitinho. tem o pessoal da Liga que também ajuda elas vêm no turno oposto e participam das*

*aulas de laboratório mesmo. elas se sentem valorizadas e acaba estimulando outras meninas a quererem participar também. (Profª Flora)*

A estratégia da profª Flora é uma tentativa de acompanhar o desenvolvimento do trabalho de todos os seus alunos. Com essa estratégia ela acaba promovendo a responsabilidade e autonomia dos estudantes, já que eles precisam entregar um relatório sobre o desempenho das atividades realizadas.

Sobre esse tipo de estratégia Carvalho (2001) nos informa que os alunos se sentem bem mais participativos dentro das atividades em grupo, “o trabalho de grupo sobre de status no planejamento de ensino quando passa de uma atividade optativa do professor para uma necessidade quando o ensino tem por objetivo a construção do conhecimento pelos alunos” (p. 5)

No Quadro 16, temos a síntese dos dados para o critério afetivo.

Quadro 16. Síntese dos dados para o critério afetivo

| COMPONENTE                | DESCRITOR   | AVALIAÇÃO DA PROFESSORA |
|---------------------------|---|-------------------------|
|                           |   | UD 2023                 |
| Interesses e necessidades | Os alunos desenvolvem interesse pelo tema e pelas atividades que a SD contempla/propõem                         | forte                   |
|                           | São apresentadas situações que valorizam a presença do conhecimento científico na vida profissional e cotidiana | forte                   |
| Atitudes e valores        | Há promoção de valores  | forte                   |
|                           | A participação de todos sempre é valorizada   | forte                   |
|                           | Há espaço para compartilhamento de opiniões e colocações entre os alunos  | forte                   |
| Emoções                   | Há promoção da autoestima dos alunos  | forte                   |
|                           | Há exploração das qualidades estéticas do conhecimento abordado   | forte                   |
|                           | Realização de atividades que incluam a experiência física ou virtual  | forte                   |

A adequação é forte para o critério afetivo. Aqui destacamos que os alunos se sentem bem motivados, segundo relato da profª Flora, principalmente porque eles querem participar do

MOBFOG, participar das competições e lançamentos que a prof<sup>a</sup> organiza fora do horário escolar. Além disso tem o Clube de Ciências que é bem ativo dentro da escola. e alguns alunos querem participar, mas eles precisam antes mostrar seu real interesse para serem aceitos no clube. Essas questões fazem com o critério afetivo tem uma forte adequação.

Sobre o critério ecológico, apresentamos no Quadro 17 a síntese dos dados.

Quadro 17. Síntese dos dados para o critério ecológico

| ADEQUAÇÃO ECOLÓGICA   | DESCRITOR  | AVALIAÇÃO DA PROFESSORA |
|---|--|-------------------------|
|   |  | UD 2023                 |
| Adaptação ao currículo  | A BNCC, DCRB ou outros documentos são considerados | forte                   |
| Relações inter e intradisciplinares   | Há um trabalho interdisciplinar desenvolvido       | forte                   |
| Relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, temas sociocientíficos e consideração dos aspectos históricos da ciência | Há uma abordagem sociocientífica envolvida         | forte                   |
|   | Os aspectos históricos são considerados            | forte                   |

Fonte: autores

Aqui a adequação é forte, apresentamos um fragmento que justifica a adequação para o critério ecológico.

*(...) atualmente, o MOBFOG é um dos eventos que o governo tem incentivado as escolas a participarem, então totalmente alinhado com que vem sendo colocado pelos projetos do governo, também alinhado com as discussões sobre ciências, tecnologia e os impactos para a sociedade. e o trabalho interdisciplinar aqui é fortíssimo se não fosse a colaboração com meus colegas ficaria mais difícil desenvolver esse tipo de trabalho... e todo mundo tá[sic] envolvido as aulas de iniciação, por exemplo, naquela aula após a aula no laboratório que eles fizeram os testes para tentar encontrar a massa de bicarbonato e o volume de ácido ali o que prevaleceu foi o conteúdo da química estequiometria pura. teve a questão histórica da corrida espacial e tantos outros fatos históricos que a gente foi abordando ao longo desse trabalho. a parceria com o professor de matemática. quando a gente vai fazer lançamento a gente precisa considerar a questão do vento, e a geografia já pode nos ajudar. assim, o fato de tá desenvolvendo esse projeto acabou que todo mundo também participa. (prof<sup>a</sup> Flora)*

Algumas pesquisas destacam a importância do trabalho cooperativo entre os professores, isto porque considera que a escola precisa trabalhar com um conhecimento vivo, que tenha sentido para os que nela habitam: professores e alunos (José, 2008).

De acordo com Fazenda (2008), o processo pedagógico precisa se pautar no diálogo, tanto entre as pessoas quanto entre as disciplinas e “mais do que nunca, reafirmamos a importância do diálogo, única condição possível de eliminação das barreiras entre as disciplinas. Disciplinas dialogam quando as pessoas se dispõem a isto”. (Fazenda, 2008, p.27)

Acabar com as barreiras entre as disciplinas é um gesto de ousadia, uma tentativa de romper com um ensino transmissivo e morto, para José “existe sempre mais de uma possibilidade metodológica de organização das aulas” (José, 2008, p. 66).

### 7.5. Considerações

Nosso objetivo neste artigo foi avaliar a eficácia do uso do instrumento CAD na avaliação de unidade de didática em ciências para *posteriori* aperfeiçoamento. Analisamos duas unidades didáticas, uma na da disciplina de Física, cujo conteúdo foi Movimento Oblíquo implementada numa turma do 1º ano do Ensino Médio e outra unidade didática implementada na disciplina de Biologia, sobre Botânica cujo tema foi “Planta em nossa Vida”, numa turma do 2º ano do Ensino Médio. Ambas unidades didáticas foram planejadas levando em consideração os CAD.

Apesar de não ter explorado todos os descritores, a análise dos dados, provenientes das avaliações realizadas pelas professoras Açucena e Flora, pode indicar que o instrumento CAD se mostrou uma ferramenta potente para a reflexão docente e aprimoramento das práticas pedagógicas e que pode indicar melhoramento na qualidade do ensino.

Em relação ao critério epistêmico, observou-se uma forte adequação na unidade didática da profª Açucena, o que pode que indicar uma progressão do ensino baseado em descrição para um ensino que exige maior representatividade do conteúdo e discussão dos resultados experimentais. Isso demonstra um avanço no sentido de combater o negacionismo e a "cegueira botânica", alinhando o ensino com o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes.

A profª Açucena parece valorizar o conhecimento específico da biologia. E sem dúvidas ter o domínio do conhecimento específico contribui para um ensino eficaz da ciência que se quer ensinar. Embora esse conhecimento do conteúdo seja primordial no exercício de ser professor, de acordo com Fernandez (2000), “seu domínio é apenas uma parte da história” (Fernandez, 2000, p. 502). E destaca a importância, já sinalizada por Shulmam, da intimidade curricular que o professor deve possuir

“como uma manifestação do conhecimento docente, pois se o professor conhece o currículo que ensina, ele pode fazer seleções e alterações mais condizentes com seu público e contextos” (Fernandez, 2000, p. 511).

Sobre a complexidade dos conteúdos as duas professoras atribuem um nível forte ao descritor. Precisamos lembrar que as disciplinas científicas são caracterizadas por um alto nível de abstração, sendo necessário para o sucesso escolar que a prática pedagógica tenha uma alta exigência conceitual (Souza, Santos, 2018). Ao atribuir um nível forte as professoras assumem o compromisso de desenvolverem uma prática de alta exigência conceitual no ensino de ciências, podendo mobilizar em seus alunos a capacidade cognitiva de justificar, relacionar e interpretar evidências e conceitos (Morais, 1999).

No que tange ao critério cognitivo e as demandas cognitivas, ambas as professoras atribuíram níveis fortes e muito fortes aos seus planejamentos, evidenciando a busca por envolver os alunos em processos que vão além da memorização de conceitos. O planejamento da professora Flora, em particular, ilustrou a necessidade de os alunos combinarem diferentes modos de representação (macroscópico, submicroscópico e simbólico/matemático).

Finalmente, a interdisciplinaridade (critério ecológico), embora inicialmente uma lacuna na unidade de Biologia, foi um ponto forte na unidade de Física, onde a colaboração entre áreas como Matemática, História e Geografia contribui para o sucesso do projeto de Lançamento Oblíquo. A pesquisa reforça que o diálogo entre as disciplinas é uma atitude que enriquece o ensino, conferindo sentido e aplicabilidade ao conhecimento científico para o aluno.

Em suma, o instrumento CAD contribuiu para que as docentes assumissem um protagonismo em seu planejamento, alinhando suas práticas com pressupostos do Ensino de Ciências que valorizam a investigação, a contextualização e o desenvolvimento de habilidades, formando cidadãos capazes de tomar decisões coerentes com a ciência.

## REFERÊNCIAS

- BOTELHO, M. L. S. T.; QUADROS, A. L. Representações multimodais em aulas de Ciências da Educação Básica: o papel das representações informais. **Ciênc. Educ.**, v. 29, e23044, 2023.
- BEGO, A. M.; ALVES, M.; GIORDAN, M.. O planejamento de sequências didáticas de química fundamentadas no Modelo Topológico de Ensino: potencialidades do Processo EAR (Elaboração, Aplicação e Reelaboração) para a formação inicial de professores. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 625-645, 2019.
- BEGO, A. M.; FERRARINI, F. O. C.; MORALLES, V. A. Resignificação dos estágios curriculares supervisionados por meio da implementação de Unidades Didáticas Multiestratégicas. **Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química - ReLAPEQ** v.5, n.1, 2021. ISSN: 2527-0915. DOI: <https://doi.org/10.30705/eqpv.v5i1.2530>.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Censo Escolar 2024. Brasília, DF : MEC, 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar/resultados>. Acesso em: 05 jan. 2026.
- BREDA, A.; FONT, V. e LIMA, V. M. R. A noção de idoneidade didática e seu uso na formação de professores de matemática. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 8, n. 2, p. 1-41, 2015. <https://doi.org/10.17921/2176-5634.2015v8n2p%25p>.
- BREDA, A.; BOLONDI, G.; SILVA, R. de A. Enfoque Ontossemiótico da Cognição e Instrução Matemática: um estudo metanalítico das teses produzidas no Brasil. **Revemop**. v3, p 202, 26 jul, 2021.
- CARVALHO, I. **A Invenção ecológica** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2001.
- CARVALHO, I. N.; EL-HANI, C. N.; NUNES-NETO, N. How Should We Select Conceptual Content for Biology High School Curricula? **Science & Education**, 29, 513–547, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00115-9>
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, A. M. P.. **Os estágios nos cursos de licenciatura**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- CHACIN, Rita Amaro de. Planejamento Didático e design instrucional em ambientes virtuais. **Pesquisa e estudos de pós-graduação**, vol 26, nº2, p. 129-160, 2011.
- DUSCHL, R. A. Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic and social learning goals. **Review of Research in Education**, 2008. p. 268–291.
- FERNÁNDEZ, I. **Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: una propuesta de transformación**. 2000. Tesis (Doctotal) - Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals. Universitat de València. València.
- FAZENDA, Ivani. Interdisciplinaridade-Transdisciplinaridade: visões culturais e epistemológicas. In: Ivani Fazenda (org.). **O Que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, p.17-29, 2008. ISBN 978-85-249-1408-9.

FONT, V., PLANAS, N., GODINO, J. D. Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. **Infancia y Aprendizaje**, 33(1), 89-105, 2010.  
<https://doi.org/10.1174/021037010790317243>

FRANCO, Luiz Gustavo; MUNFORD, Danusa O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências RBPEC** 2020, 687–719 | 687. doi: 10.28976/1984-2686rbpec2020u687719

FRASSON, F.; LABURÚ, C. E. Educação alimentar e nutricional e multiplicidade representacional: eixos teóricos harmônicos no ensino de ciências. In: RAMOS, S. E.; LABURÚ, C. E. **Multimodalidade Representacional e a Educação Científica: conceitos, estudos e práticas** Curitiba, PR: Editora CRV, 2022 p. 85-98

GALIAZZI, M. C. **Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências**. Ijuí: Editora Unijuí, 2003, 285 p.

GODINO, J. D.; BATANERO, C.; FONT, V. El Enfoque ontosemiótico: implicaciones sobre el carácter prescriptivo de la didáctica. **For the Learning of Mathematics**, Aug, 2019, DOI: 10.46219/rechiem.v12i2.25.

GODINO, J. D. Origen y aportaciones de la perspectiva ontosemiótica de investigación en Didáctica de la Matemática. In: CASTRO, A. E.; DE LA FUENTE, A. C.; PIQUET, J. D.; MARTÍNEZ, M. C. P.; GARCÍA, F. G. e CAÑADA, L. O. (coord.). **Investigación en Educación Matemática XVI**. Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, Jaén, p. 49-70, 2012. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5036756>. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

GODINO, J. D. Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. In: **CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., Recife, Brasil**, 2011. Anais [...]. Disponível em: [https://xiii.ciaem-redumate.org/index.php/xiii\\_ciaem/xiii\\_ciaem/paper/view/2679/1140](https://xiii.ciaem-redumate.org/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/view/2679/1140). Acesso em: 29 de dezembro de 2025.

GOMES, A. O.; SILVA, F. C. Promovendo situações de sala de aula para que os estudantes desenvolvam práticas epistêmicas. In: MACENO, N. G., and SILVA, A. C. A., eds. **Proposições e novos olhares ao ensino de ciências** [online]. Chapecó: Editora UFFS, 2022, pp. 61-81. Ensino de ciências collection. ISBN: 978-65-5019-025-5. <https://doi.org/10.7476/9786550190279.0007>

GROßMANN, Leroy; KRÜGER, Dirk. Assessing the quality of science teachers' lesson plans: Evaluation and application of a novel instrument. **Science Education**. p. 1–37, 2023.

GUIMARÃES, Yara A. F.; GIORDAN, Marcelo. **Elementos para validação de sequências didáticas**. Águas de Lindóia: IX ENPEC, 2013. Disponível em: [https://abrapec.com/atas\\_enpec/viiienpec/resumos/R0875-2.pdf](https://abrapec.com/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0875-2.pdf)

JOSÉ, Mariana Aranha Moreira. Interdisciplinaridade: as disciplinas e a interdisciplinaridade brasileira. In. Ivani Fazenda (org.). **O Que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, p.85-97, 2008. ISBN 978-85-249-1408-9.

KELLY, G. J.; DUSCHL, R. A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education, 2002. In **National Association for Research in Science Teaching Meeting**, New Orleans, LA/EUA.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 236p.,1999.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química professor/pesquisador**. 2. Ijuí: Editora Unijuí, 2003, 419 p.

MARANDINO, M. **Tendências teóricas e metodológicas no Ensino de Ciências**. São Paulo, USP, 2002.

MORAIS, R. P.; BEGO, A. M.; GIORDAN, M. Investigação dos impactos do processo de elaboração, aplicação e reelaboração de sequências didáticas na racionalidade prevalente acerca do planejamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Rio de Janeiro, v. 21, p. e25813, jan./dez, 2021. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u531562>.

MONTERO, 2005

MORAIS, A. M. Influência do nível de exigência conceitual dos professores no sucesso dos alunos em ciências: um estudo sociológico. **Revista de Educação**, Lisboa, 2(1), 62-80, 1999.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; AMARAL, E. M. R.; EL-HANI, C. N. Conceptual Profiles: theoretical methodological bases of a research program. In Mortimer, E. F., El-Hani, C. N. **Conceptual profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts**. Dordrecht: Springer, p. 3-33, 2014.

ORSO, Paulino José. Planejamento escolar em tempos de precarização da educação. **HISTEDBR On-line**, Campinas, nº 65, p. 265-279, out, 2015 – ISSN: 1676-2584

SANTOS, K. N.; SANTOS, B. F.; QUADROS, A. L. (NO PRELO)

SASSERON, L. H. Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciência: Análise de uma situação. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v.23, p. 1-18, 2021.

SASSERON, L. H.; SILVA, Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio • Pesquisa em Educação e Ciências**, Belo Horizonte, Volume 23, e34674, 2021.

SASSERON, L. H; DUSCHL, R. A. Ensino de Ciências e as Práticas epistêmicas: O papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, 21(2), 52–67, 2016.

SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. de A.. O truncamento da sequência pedagógica do professor de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, 18(3), 681-696, 2016.

SILVA, J.F. da; PINO-FAN L. Enfoque Ontossemiótico da Cognição e Instrução Matemática EOS: abordagens teóricas, metodológicas e práticas. **Revemop**, Ouro Preto, Brasil, v. 3, p. 1-6, 2021.

SILVA, M. B.; GEROLIN, E. C.; TRIVELATO, S. L. F. A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, p. 905-933, 2018.

SOUZA, R. V.; SANTOS, B. F. A exigência conceitual na prática pedagógica de dois profes-sores de Química que ensinam Química e Física. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 4, p. 945-958, 2018.

SOUZA; SILVA, 2025

TRIVELATO, S. L. F.; SOARES, N. Ensino de Ciências por Investigação — revisão e características de trabalhos publicados. **Atas de Ciências da Saúde**, 7, 45–65, 2019.

ZISMANN, M. W. P.; MEGLHIORATTI, F. A.; OLIVEIRA, J. M. P. de. Aulas práticas e Investigação Científica: Uma análise do currículo municipal de Cascavel – Brasil. **Diversitas Journal**, Volume 10, Número Especial 2 (Jul./Set. 2025) p. 0252– 0266. ISSN 2525-5215. Disponível em: [https://diversitasjournal.com.br/diversitas\\_journal](https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal). DOI: 10.48017/dj.v10iEspecial\_2.3229

## CONSIDERAÇÕES

Sem dúvidas, um dos resultados mais significativos desse trabalho foi tomar os Critérios de Adequação Didática e transformá-los em um instrumento prático para o estudo de processos de instrução no Ensino de Ciências que incorporou aspectos consensuados pela Didática das Ciências, como o ensino por investigação, temas sociocientíficos (CTS), a experimentação, e a importância das interações discursivas e do uso de múltiplas representações. E por isso, essa pesquisa se destaca por ser pioneira no uso dos Critérios de Adequação Didática, originalmente da Didática da Matemática, ao contexto do Ensino de Ciências no Brasil.

A formação de professores de Ciências ainda é marcada por uma didática tradicional que pouco valoriza a reflexão. Um princípio tão importante, já que a formação do professor se constrói através um trabalho de reflexividade crítica e não por acumulação de cursos, de conhecimentos ou de técnicas. E a ausência de instrumento estruturado que auxiliasse o planejamento e avaliação didática de forma holística era um imperativo. Por isso defendemos o uso instrumento CAD como um método de intervenção na formação docente, inicial ou continuada.

Ao longo desses cinco anos de doutoramento me propus a responder a seguinte questão:

- O uso do Instrumento Critérios de Adequação Didática (CAD), adaptado ao ensino de Ciências, pode aperfeiçoar a reflexão dos professores de ciências sobre os seus processos de instrução?

E com o objetivo de responder à essa questão propomos o uso dos CAD como um instrumento orientador do planejamento e avaliação de processos de ensino para cinco professoras da área de Ciências da Natureza com o objetivo de avaliar seu o uso para análise didática no ensino das Ciências da Natureza. A análise dessas práticas em contextos naturais da sala de aula contribuiu para a validação do instrumento.

Para corroborar os CAD como um instrumento promotor de reflexões sobre a atividade docente apresentamos o artigo: “O Instrumento de Adequação Didática como estímulo a reflexões sobre a atividade docente: o caso das ligações químicas” nele acompanhamos a avaliação da professora Tainá, por duas vezes, e o uso do instrumento permitiu à professora identificar e tomar consciência de inadequações em seu planejamento e prática.

Essa tomada de consciência permitiu a identificação de aspectos que poderiam ser modificados, visando um ensino mais adequado. Segundo a literatura a melhoria do processo ensino-aprendizagem só acontece pela ação do professor através da contínua reflexão de sua própria prática (Rosa; Schnetzler, 2003).

No entanto, apesar da reflexão, a pesquisa evidenciou que a professora enfrentou dificuldades em mudar a prática consolidada, como a falta de tempo e a prevalência do currículo tradicional, o que resultou na abordagem da atividade experimental como meramente motivacional, em vez de epistemológica. Defendemos que o uso consistente do CAD pode promover "movimentos epistêmicos" e, conseqüentemente, a alfabetização científica dos alunos, além de estimular processos autoformativos nos professores. E depreendemos assim que, o CAD foi eficaz em guiar e disparar reflexões, mesmo que a consolidação de novas práticas, como o ensino por investigação, ainda seja um desafio.

Para avaliar o instrumento Critérios de Adequação Didática para análise de processos instrucional em Ciências desenvolvemos a escrita de dois artigos. No primeiro, analisamos o critério epistêmico intitulado de: "Uma análise didática do ensino de conservação de alimentos na Educação Química baseada no Critério de Idoneidade Epistêmica" permitiu identificar o modelo de ensino implementado em sala de aula e as concepções dos professores. Os níveis médio e fraco da adequação sugerem a ausência de uma epistemologia da ciência mais robusta nas práticas das professoras, valorizando, por vezes, visões simplistas do ensino e da aprendizagem sobre a ciência.

O segundo artigo, intitulado: "Indicadores que regem o planejamento e a prática pedagógica de química com base nos Critérios de Adequação Didática" proporcionou a identificação de assimetrias de prioridades das professoras: os critérios afetivo e de meios foram considerados fortes, enquanto os critérios interacional e ecológico ficaram em nível médio, e os critérios epistêmico e cognitivo apresentaram fragilidades. O nível fraco se deveu a complexidade da Química, que exige múltiplas representações (simbólicas, submicroscópicas), demanda um planejamento que equilibre a adequação contextual com a densidade conceitual frente a uma simplificação excessiva, observada na prática, que compromete o letramento químico essencial, especialmente, para um curso técnico.

Além disso, a pesquisa abordou um contexto real e pouco explorado que é o ensino público técnico brasileiro, identificando desafios concretos sob pressão curricular, contribuindo para o debate sobre o desenvolvimento profissional docente. Apresentou ainda uma metodologia robusta pois, utilizou-se de estudo de caso instrumental, com a triangulação de dados entre planejamentos escritos, observação de aulas (vídeos/notas de campo) e entrevistas pré/pós-implementação. Podemos inferir, que instrumento CAD demonstrou ter um potencial significativo como dispositivo reflexivo e autoformativo. Já que tornou visíveis as incongruências entre o planejamento e a prática real, catalisando metarreflexões críticas sobre as limitações contextuais e as próprias concepções docentes.

Para alcançar o último objetivo de avaliar se o uso dos CAD no planejamento e valoração da unidade didática contribui com o melhoramento da análise didática submetemos o artigo intitulado: “Práticas pedagógicas com contexto investigativo: critérios atribuídos por duas professoras que lecionam Biologia e Física” a análise permitiu observar o impacto que o aumento da adequação da aula provoca. Ao tentar atender os descritores as professoras promoveram um alinhamento entre a metodologia utilizada com aumento da exigência em relação ao conteúdo, um aumento da variedade de atividades práticas e recursos. Esses ajustes tinham como foco a participação do aluno. Consequentemente, há um estímulo a participação ativa e o interesse dos estudantes e cria um ambiente acolhedor, melhorando o vínculo emocional com a escola, com a disciplina, com o professor e como os colegas. Além de contribuir com a atuação das professoras que precisam se preparar mais para implementar uma metodologia mais ativa.

Assim, análise nos revelou que:

O uso dos CAD sistematizou a reflexão tornando visíveis aspectos da prática que antes passavam despercebidos, por exemplo, a ausência dos objetivos atitudinais, pouca variedade de representações, fragilidades epistêmicas; ser um bom instrumento de avaliação de unidade didáticas com a identificação de pontos forte e fracos em cada critério; que o uso do CAD pode promover a formação do professor.

Portanto, nos permite afirmar e defender a seguinte tese,

- ✓ **O instrumento Critérios de Adequação Didática, adaptado ao Ensino de Ciências Naturais, constitui-se como uma ferramenta analítico-reflexiva multidimensional que potencializa a formação docente ao promover a reflexão sistemática sobre a prática pedagógica, melhorar o planejamento didático e orientar a avaliação dos processos de ensino e aprendizagem em Ciências.**

Por fim, esperamos que este trabalho possa contribuir com a Didática da Ciência com a formação de Professores e para outros professores das Ciências, tão compromissados com sua ação docente como os que aqui generosamente nos acolheram como observadores de suas práticas.

No que se refere a encaminhamentos futuros um dos caminhos é a concentração no aprimoramento do instrumento e/ou da fundamentação teórica para garantir um alinhamento mais forte entre os construtos teóricos e os dados empíricos. Que pode ser realizado por meio de uma nova rodada de validação, com intuito de revisar a definição de descritores ou a inclusão de novos, modificar a redação e a estrutura de apresentação do instrumento.

Estabelecer uma espécie de parceria com unidade escolar ou com um coletivo de professores da área de Ciências da Natureza de uma mesma unidade escolar para aplicarem o instrumento, desenvolvendo um trabalho colaborativo de formação continuadas. O que permitiria um estudo longitudinal, com afirmações mais contundentes.



## APÊNDICE

### O Instrumento de Adequação Didática para o Ensino de Ciências

Componente Representatividade para o critério de adequação epistêmica

| NÍVEL | COMPONENTE: REPRESENTATIVIDADE  |  |   |   |
|-------|---|--|---|---|
|       | Descritor: Dimensão dos objetivos   | Descritor: Situação-problema   | Descritor: Complexidade   | Descritor: Modos de Representação                 |
| F +   | A UD prevê usos dos objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais.                          | A UD prevê a realização de uma situação-problema autêntica que envolva os conceitos. | Os conceitos trabalhados são representativos da complexidade do conteúdo que se quer ensinar. | Há muitas representações multimodais              |
| M     | A UD prevê o uso de objetivos conceituais, mas exclui os objetivos procedimentais ou atitudinais. | A UD prevê poucas situações-problemas envolvendo os conceitos.                       | Nem todos os principais conceitos que representam o conteúdo são abordados.                   | Há um discreto uso das representações multimodais |
| F -   | Os objetivos da UD são apenas do tipo conceituais.  | Não há a realização de situação-problemas durante a UD.                              | Os conceitos estudados não representam a complexidade do conteúdo científico durante a UD.    | A forma verbal prevalece.                         |

Fonte: os autores

## Componente Erro Conceitual e Procedimental para o critério de adequação epistêmica

| NÍVEL | COMPONENTE: ERRO CONCEITUAL E PROCEDIMENTAL   |  |   |  |
|-------|---|--|---|--|
|       | Descritor: Exemplos e formas de explicação  | Descritor: Uso de conceitos complexos nas explicações  | Descritor: Discussão dos resultados da aula experimental  | Descritor: Uso e construção de modelos   |
| F +   | A UD prevê o uso de diferentes exemplos e diferentes formas de explicações das principais ideias científicas apresentadas.              | As explicações são muito claras e os conceitos e temas são complexos demandando alta exigência conceitual do conhecimento. | A UD prevê algum tipo de atividade experimental e oportuniza a discussão dos resultados obtidos dessa atividade. Relacionando-os corretamente com a(s) variável(eis) e conceitos abordados na UD. | A UD prevê a construção e manipulação de modelo pelos alunos, como instrumento nos processos de ensino e aprendizagem. |
| M     | Há um uso muito discreto de exemplos durante a explicação do conteúdo e não há variação na explicação das principais ideias científicas | As explicações são claras e os conceitos e temas complexos são apresentados de forma pontual sem aprofundamento teórico.   | A UD prevê alguma atividade experimental, mas não há discussão dos resultados obtidos nem o estabelecimento de relação entre os resultados com a(s) variável(eis) e conceitos abordados na UD.    | A UD prevê o uso de modelo pelo professor durante a explicação do conteúdo, como instrumento no processo de ensino.    |
| F -   | A UD não explora diferentes formas e exemplos nas explicações das principais ideias científicas apresentadas.                           | As explicações são claras e os conceitos e temas complexos não são apresentados.   | Não está prevista uma atividade experimental na UD ou se há seus resultados não são retomados nas explicações e discussões.   | Não está prevista na UD a construção, nem o uso de modelos.  |

Fonte: os autores

Componente ambiguidade para o critério de adequação epistêmica

| NÍVEL | COMPONENTE: AMBIGUIDADE   |  |   |
|-------|---|--|---|
|       | Descritor: Uso de explicações adequadas ao nível educativo dos estudantes   | Descritor: Uso de metáforas e analogias  | Descritor: Exemplos utilizados facilitam a aprendizagem   |
| F +   | As explicações, demonstrações, comprovações e exemplos são adequadas ao nível educativo a que se dirigem.   | Uso adequado e controlado de metáforas e analogias.  | O uso de exemplos e aplicações científicas, tendo como foco o cotidiano dos estudantes.   |
| M     | Nem sempre os alunos conseguem acompanhar as demonstrações, comprovações, definições e procedimentos, indicando algum descompasso entre a exigência conceitual e um nível educativo a que a SD se dirige. | Nem sempre o uso de metáforas e analogias ajudam na compreensão e aprendizagem dos conceitos científicos | Os exemplos e aplicações científicas são distantes do contexto dos estudantes, limitando o alcance desses recursos didáticos para a aprendizagem. |
| F -   | As explicações, demonstrações, comprovações e exemplos não são adequadas ao nível educativo a que se dirigem.   | Não se registra o emprego de metáforas e analogias.  | Há pouca ou nenhuma exploração de exemplo e aplicações científicas durante a SD.  |

Fonte: autores

Componente Representatividade para o critério de adequação epistêmica.

| NÍVEL | COMPONENTE VARIEDADE DE ATIVIDADES  |
|-------|---|
|       | Descritor: Uso de diferentes atividades   |
| F+    | São realizadas uma variedade de tipos de atividades/tarefas, requerendo dos estudantes diferentes modos de explorar o conteúdo.     |
| M     | A SD prevê a realização de poucas atividades/tarefas envolvendo o conteúdo.   |
| F -   | Apenas um tipo de atividade/tarefa está previsto na SD. Apenas atividades/tarefas que suscitam a memorização estão previstas na SD. |

Fonte: autores

Critério de adequação cognitiva e seus componentes.

| NÍVEL      | COMPONENTE: CONHECIMENTOS PRÉVIOS  |   | COMPONENTE: DEMANDA COGNITIVA  |   | COMPONENTE: ADAPTAÇÃO CURRICULAR ÀS DIFERENÇAS INDIVIDUAIS  |   |
|------------|--|---|--|---|---|---|
|            | Descritor: Objetivos atendem ao nível cognitivo dos sujeitos   | Descritor: Levantamento dos conhecimentos prévios   | Descritor: Processos cognitivos (generalização, situação-problema, argumentação, refutações de ideias científicas etc.)  | Descritor: Avaliação da Aprendizagem  | Descritor: Atividade de reforço de aprendizagem   | Descritor: Adaptação às necessidades dos estudantes                                     |
| <b>F +</b> | Os objetivos pretendidos são alcançáveis em suas diferentes dimensões, pois a UD leva em consideração o nível de desenvolvimento potencial dos alunos de menor desempenho cognitivo.   | A UD prevê momento de sondagem dos conhecimentos prévios necessários para o estudo do conteúdo e os consideram para o estudo do conteúdo. | A UD proporciona diferentes processos cognitivos (generalização, situação-problema, argumentação, refutações de ideias científicas, etc.). As atividades são de alta exigência conceitual. | A avaliação da aprendizagem se distribui entre diferentes formas que evidenciam a apropriação dos conhecimentos/competências pretendidas/implementadas. | Há atividades de reforço e de aprofundamento durante toda a UD.   | Todas as atividades desenvolvidas durante a UD são adaptadas as necessidades dos alunos |
| <b>M</b>   | Nem todos os objetivos pretendidos são alcançáveis em suas diferentes dimensões, já que a UD leva em consideração o nível de desenvolvimento potencial, ou seja, aquilo que é possível ser alcançado pelos alunos de maior desempenho cognitivo. | Apesar do momento de sondagem ser previsto/realizado, os conhecimentos prévios dos alunos não são considerados no estudo do conteúdo.     | Poucos processos cognitivos são explorados.  | A avaliação da aprendizagem se dá por apenas uma forma que só evidencia a apropriação conceitual dos conhecimentos.                                     | As atividades de reforço e aprofundamento são pontuais e destacam apenas os principais conceitos de toda a SD | Algumas atividades previstas na SD podem ser adaptadas.                                 |
| <b>F -</b> | Os objetivos pretendidos não são alcançáveis em suas diferentes dimensões.   | Não está previsto momento de sondagem dos conhecimentos prévios necessários para o estudo do conteúdo.                                    | A UD explora apenas a memorização de conceitos como processo cognitivo.  | —   | Não há atividades de reforço e de aprofundamento durante a UD.  | As atividades previstas na UD não são adaptáveis.                                       |

Fonte: autores

## Critério de Adequação de meios e seus componentes

| NÍVEL      | COMPONENTE: RECURSOS MATERIAIS   |   | COMPONENTE: NÚMERO DE ALUNOS, HORÁRIOS, CONDIÇÕES DO AMBIENTE DA SALA DE AULA  | COMPONENTE: TEMPO   |   |
|------------|--|---|--|---|---|
|            | Descritor: uso de modelo ou jogos  | Descritor: uso de textos e vídeos   | Descritor: número de alunos  | Descritor: tempo extra  | Descritor: tempo para perguntas   |
| <b>F +</b> | A SD prevê o uso de materiais manipuláveis, como modelos, jogos de interfaces tecnológicas como celular, tablet, entre outros que proporcionam contextos, linguagens, procedimentos adequados/adaptados aos conceitos abordados na SD. | A SD prevê o uso de textos e vídeos que proporcionam contextos, diferentes linguagens, procedimentos adequados/adaptados aos conceitos e conteúdo da SD.                                | O número de alunos é adequado, as plataformas, os horários e sua organização permitem desenvolver o planejamento da SD.  | O tempo é suficiente para implementação da SD. Caso tenha necessidade é possível adaptar o tempo para o ensino de todos os conceitos.                           | A SD prevê momentos para realização de perguntas tanto do professor quanto dos alunos, bem como momentos de discussão e reflexão na busca das respostas para essas perguntas. Portanto, há tempo disponível para o ensino e aprendizagem dos conceitos que os alunos apresentam maior dificuldades. |
| <b>M</b>   | A SD prevê apenas o uso de somente um tipo de recurso mediador como modelos, jogos, interfaces tecnológicas, textos ou vídeos.   | A SD prevê o uso de um dos recursos pedagógicos, textos ou vídeos, que proporcionam contextos, diferentes linguagens, procedimentos adequados/adaptados aos conceitos e conteúdo da SD. | Ou o número de alunos, ou a(s) plataforma(s) de comunicação utilizada(s) ou o horário e suas divisões não são adequadas para o desenvolvimento da SD. (ATENÇÃO: apenas um dos itens descritos acima precisa ser inconveniente para o descritor ser considerado médio). | Boa adequação do ensino ao tempo disponível para implementação da SD. Caso tenha necessidade é possível adaptar o tempo para o ensino dos principais conceitos. | O tempo disponível não permite momentos de discussão e reflexão por meio de perguntas do professor e dos alunos   |
| <b>F -</b> | A SD não prevê o uso de materiais e recursos diferentes do lápis, caneta, papel e do livro didático  | A SD não prevê o uso de recursos pedagógicos ou materiais   | Dois dos itens descritos acima precisa ser inconveniente para o descritor ser considerado fraco.   | O tempo não é adequado para o ensino dos conteúdos e conceitos incluídos na SD. Falta tempo para o desenvolvimento  |   |

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | de todas as atividades planejadas e de interação em sala de aula. |  |
|--|--|--|--|---|--|

Idoneidade ecológica: se refere ao como o conteúdo se relaciona com outras disciplinas e com o currículo, com questões sociais, profissionais, políticas e econômicas que envolve o processo de instrução da ciência.

| NÍVEL | COMPONENTE: Adaptação ao currículo  | COMPONENTE: Relações inter e intradisciplinares   | COMPONENTE: Relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente ou Questões sociocientíficas e/ou História e Filosofia da Ciência |
|-------|---|---|---|
|       | Descritor: documentos   | Descritor: interdisciplinar   | Descritor: relação atitudinal   |
| F +   | O planejamento da SD tem como fontes a BNCC e outros documentos curriculares-escolares.                       | A SD prevê desenvolver um trabalho interdisciplinar (diferentes áreas do conhecimento ou duas ou mais disciplinas) e intradisciplinar (relação entre conhecimento a uma mesma disciplina) | Há promoção de relações CTSA ou o uso da HFC como parte da metodologia da SD.   |
| M     | O planejamento da SD acompanha ou a BNCC ou outros documentos curriculares-escolares (indique qual documento) | A SD prevê o desenvolvimento de uma apenas uma das relações interdisciplinar ou intradisciplinar  | A SD apresenta as relações CTSA apenas como uma questão contextualizada ou apresenta a História como papel introdutório do conteúdo.  |
| F -   | O planejamento da SD não acompanha a BNCC nem outros documentos curriculares-escolares                        | A SD não prevê o desenvolvimento de nenhuma das relações. Nem interdisciplinar nem intradisciplinar   | A SD não prevê uma abordagem CTSA e nem da História da Ciência  |

Idoneidade Interacional: se refere a comunicação do conhecimento científico, resolução de tarefas e outras interações que podem acontecer em sala de aula.

| NÍVEL      | COMPONENTE: INTERAÇÃO ENTRE OS DISCENTES  | COMPONENTE: AUTONOMIA  | COMPONENTE: AVALIAÇÃO FORMATIVA   |   | COMPONENTE: INTERAÇÃO DOCENTE-DISCENTE  |   |  |
|------------|---|--|---|---|---|---|--|
|            | Descritor: Diálogo entre os discentes   | Descritor: Promoção da autonomia   | Descritor: Avaliação qualitativa  | Descritor: Número de avaliações   | Descritor: Tipo de Perguntas  | Descritor: Mediador   | Descritor: Trocas discursivas  |
| <b>F +</b> | O diálogo e a comunicação entre os alunos são favorecidos, bem como a inclusão dentro dos grupos. | A SD prevê momentos e atividades em que os estudantes assumem responsabilidades na condução do estudo. | Há a observação sistemática do progresso cognitivo dos alunos, com realização de perguntas dirigidas aos alunos e/ou elaboração de sínteses do conteúdo trabalhado, sempre acompanhado de registros escritos. | A SD prevê três ou mais tipos de avaliação. E o professor prevê momentos para discussão sobre a avaliação, bem como sobre os resultados.  | Há um predomínio de perguntas/questionamentos que solicita dos alunos certo domínio e elaboração conceitual, interpretação e opinião. | A SD prevê que o professor assuma uma posição de mediador, para que os estudantes produzam argumentos embasados cientificamente.    | As perguntas, respostas e exemplos/observações apresentadas pelos alunos originam diferentes trocas discursivas com o professor e com outros alunos. |
| <b>M</b>   | Permite interações pontuais entre os estudantes.  | A SD não prevê momentos e atividades de estudo conduzidos pelos estudantes.                            | A SD prevê alguns momentos para a observação sistemática do progresso cognitivo dos alunos, com a realização de alguns registros escritos.  | A SD prevê dois tipos de avaliação (teste e prova). E o professor não prevê a discussão sobre a avaliação, nem sobre os resultados. Ou o professor discute apenas os resultados da avaliação de maior peso. | As perguntas/questionamentos realizados durante a SD requer dos alunos pouca elaboração conceitual e pouca interpretação.             | Há momentos em que o professor assume uma posição de mediador, para que os estudantes produzam argumentos embasados cientificamente | O professor discute os assuntos de um modo suficientemente flexível para dar algum tempo aos estudantes para esclarecerem que já foi dito.           |
| <b>F -</b> | O diálogo e a comunicação são polarizados pelo Professor, caracterizando uma                      | A SD prevê momentos e atividades em que os estudantes assumem responsabilidades na condução do estudo. | A SD não prevê momentos de observação dos processos cognitivos dos alunos.  | A SD prevê uma apenas uma avaliação final e não discute os resultados obtidos na avaliação.   | As perguntas/questionamentos realizados durante a SD são fechadas, o que requer dos alunos apenas o                                   | A SD não prevê momentos para produção de argumentação   | O professor expõe o conteúdo, podendo retomar assuntos já abordados perante as   |

|  |  |  |  |  |  |  |                              |
|--|--|--|--|--|--|--|------------------------------|
|  | relação vertical e unidirecional de comunicação. |  |  |  | preenchimento de lacunas, realização de cálculos numéricos, definição de conceitos, etc. |  | intervenções dos estudantes. |
|--|--|--|--|--|--|--|------------------------------|

Idoneidade Emocional: relacionada as emoções, atitudes, crenças e afetos relacionado ao conhecimento científico.

| NÍVEL | COMPONENTE: INTERESSES E NECESSIDADES   | COMPONENTE:  | COMPONENTE: ATITUDES E VALORES   |   |   |  |
|-------|---|--|--|---|---|--|
|       | Descritor: interesse  | Descritor: valorização   | Descritor: valores   | Descritor: participação   | Descritor: espaço de partilha   | Descritor: escuta  |
| F +   | Os alunos desenvolvem interesse pelo tema e pelas atividades que a SD contempla/propõem.      | São apresentadas situações que valorizam a presença do conhecimento científico na vida profissional e cotidiana. | A SD contempla explicitamente a promoção de valores (compromissos com as atividades, perseverança, responsabilidade, etc.) durante o seu desenvolvimento.              | Há estímulo à participação de todos os alunos em situações de igualdade, a fala de todos é sempre valorizada com equidade e respeito.                           | A SD prevê espaço para o compartilhamento de opiniões e colocações entre os alunos. Essas opiniões e colocações serão consideradas e retomadas em outras oportunidades. | O professor, depois de ouvir uma intervenção incorreta, procura, em diálogo com todos, que os próprios alunos retifiquem e construam juntos o conhecimento adequado. |
| M     | Os alunos desenvolvem pouco interesse pelo tema e pelas atividades que a SD contempla/propõe. | São poucas as situações que valorizam a presença do conhecimento científico na vida profissional e cotidiana.    | A SD contempla implicitamente a promoção de valores (envolvimento, compromisso com as atividades, perseverança, responsabilidade, etc.) durante o seu desenvolvimento. | Todos os alunos podem emitir sua opinião e participar do diálogo em sala de aula, porém só as falas dos alunos de “maior estatuto” são levadas em consideração. | Há pouco espaço para a troca de ideias e opiniões entre os alunos.  | O professor, depois de ouvir uma intervenção incorreta, reserva um momento em particular para corrigir   |

|            |   |  |  |  |  |  |
|------------|---|--|--|--|--|--|
| <b>F -</b> | Os alunos não desenvolvem interesse pelo tema e pelas atividades propostas. | A SD não prevê situações que valorizam a presença do conhecimento científico na vida profissional e cotidiana. | A SD não favorece/contempla a promoção de valores como envolvimento, compromisso com as atividades, perseverança, respeito, responsabilidade, etc. | O professor até chega a ouvir a opinião dos alunos de “maior estatuto”, mas não a leva em consideração | Não há espaço para troca de ideias e opiniões. | As intervenções ou colocações incorretas são sempre rechaçadas e/ou recebidas com brincadeira e deboche. Os alunos que fazem zoação as vezes são repreendidos. |
|------------|---|--|--|--|--|--|

| <b>NÍVEL</b> | <b>COMPONENTE: EMOÇÕES</b>  |  |   |
|--------------|---|--|---|
|              | <b>Descritor: autoestima</b>  | <b>Descritor: a beleza da ciência</b>  | <b>Descritor: experiencia sensorial</b>   |
| <b>F +</b>   | Há promoção da autoestima dos alunos e evita-se o rechaço e a fobia ao conhecimento científico.                 | Há exploração das qualidades estéticas (a beleza de uma imagem/de uma estrutura ou de um fenômeno natural) do conhecimento abordado.       | A SD prevê a realização de atividades que incluam a experiência física ou virtual (experiência com o objeto ou fenômeno do conhecimento, passeio, visita a museus, etc.) e a percepção (observação da cor, temperatura, brilho, etc.) dos alunos. |
| <b>M</b>     | Há pouca promoção da autoestima dos alunos e não há preocupação em evitar o rechaço e fobia ao conhecimento.    | Há pouca exploração das qualidades estéticas (a beleza de uma imagem/de uma estrutura ou de um fenômeno natural) do conhecimento abordado. | Não há ênfase na realização de atividades que incluam a experiência física ou virtual ou que envolvam a percepção dos alunos  |
| <b>F -</b>   | Não há uma preocupação pelos aspectos emocionais, afetivos e de repulsa relacionado ao conhecimento científico. | A SD privilegia exclusivamente os aspectos cognitivos dos alunos sem considerar aspectos emocionais, afetivos e estéticos.                 | Não estão previstas atividades que incluam a experiência física ou virtual ou que envolvam a percepção dos alunos.  |

